

Työmaavesien hallintasuunnitelman kehittäminen rakennusyrityksessä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kevät, 2018

Tuomas Kantonen

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Visamäki

Tekijä	Tuomas Kantonen	Vuosi 2018
Työn nimi	Työmaavesien hallintasuunnitelman kehittäminen rakennusyrityksessä	
Työn ohjaajat	Hannu Elväs, Oskari Peurakoski	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö tehtiin NCC Suomi Oy:lle. Työn aiheena oli rakennustyömaan vedenhallintaan tutustuminen ja sen kehittäminen.

Tavoitteena työlle oli tutustua perusteellisesti työmaavesien päästöihin, niihin vaikuttaviin lakeihin ja vesienkäsittelymenetelmiin sekä saada aikaan yleiskuva työmaavesien hallinnasta ja miettiä mahdollisia kehitysmahdollisuuksista yrityksen käytettäväksi.

Teoriamateriaalina käytettiin opinnäytetöitä, ympäristöhallinnon tutkimuksia, RT-kortteja, kaupunkien hulevesioppaita, kirjallisuusselvityksiä, tuoteselosteita ja yrityksen omaa tietokantaa. Kolmella yrityksen työmaalla vierailtiin keräämässä aineistoa käytetyistä vesienhallintamenetelmistä.

Työn tuloksena selvisi työmaan vesien yleisimmät päästöt ja niiden vaikutus lähiympäristöön. Työssä käsiteltiin myös mahdollisia kehityskohtia yrityksen toimintaan vesien hallinnan parissa ja sopivia vesienkäsittelymenetelmiä työmaille käytettäväksi.

Työstä voi olla apua NCC Suomi Oy:lle ympäristösuunnitelman päivittämisessä, työmaiden päästöjen kartoittamisessa, sopivien vesienkäsittelymenetelmien valitsemisessa ja vesiin liittyvien lupien haussa.

Avainsanat hulevesi, työmaat, maanrakennus, päästöt

Sivut 51 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Degree Programme in Construction Engineering
Visamäki

Author	Tuomas Kantonen	Year 2018
Subject	Improving the water management plan in a construction company	
Supervisors	Hannu Elväs, Oskari Peurakoski	

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by NCC Suomi Oy. The purpose of the thesis was to examine and develop water management on construction sites.

The aim was to get thoroughly acquainted with the discharges caused by water on the construction sites including the laws that govern these discharges and the methods to treat these waters. Another aim was to get a general picture of managing the construction site waters and to consider points that require improving.

The sources used for the theoretical background were other theses, studies conducted by the environment authorities, RT-guidelines, cities' storm water guides, literature studies, product labels and the company's own database. Three construction sites were also visited to gather some material on water treating methods used.

As a result of the thesis, the most common pollutants in construction site waters and their impacts on the nearby environment were found out. Some potential points to be improved in the company's water management were also discussed and some suitable water treating methods were suggested to be used on construction sites.

The thesis may help NCC Suomi Oy in improving their environmental plan, in finding out the discharges on construction sites, finding the suitable water treating methods and in getting the permits that are related to the construction site discharges.

Keywords storm water, construction site, earthworks, discharges

Pages 51 pages including appendices 5 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	NCC: N YMPÄRISTÖSUUNNITELMA	1
3	TYÖMAAVEDET	4
4	TYÖMAAVESIÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ	4
4.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999	4
4.2	Ympäristönsuojelulaki 527/2014	5
4.3	Vesilaki 587/2011	6
4.4	Vesihuoltolaki 119/2001	7
4.5	Helsingin rakennusjärjestys.....	7
5	VEDENKÄSITTELYMENETELMÄT	8
5.1	Viivytys	8
5.2	Kosteikko	8
5.3	Biosuodatusrakenne.....	9
5.4	Selkeytys.....	11
5.5	Laskeutus.....	11
5.6	Laskeutusallas luonnossa	12
5.7	Laskeutusallas teollisuudessa.....	13
5.8	Flotaatio	14
5.9	Suodatus.....	15
5.10	Pyörreselkeytin.....	16
5.11	Öljynerottimet.....	17
5.12	Hiekanerottimet	19
6	TYÖMAAVESISUUNNITELMA	21
6.1	Maaperän pilaantumisen selvittäminen	21
6.2	Maan ainepitoisuuksien raja-arvot	22
7	TYÖMAAVESIEN PÄÄSTÖT	24
7.1	Ravinteet	24
7.2	Kiintoaine	26
7.3	Betoni	27
7.4	Metallit	28
7.5	Öljyt	29
7.6	PAH-yhdisteet.....	30
7.7	PCBt ja dioksiinit.....	30
8	TYÖMAAN PÄÄSTÖIHIN VAIKUTTAVAT ASIAT	31
8.1	Maa-aines ja kasvillisuus	31
8.2	Sadanta.....	32
8.3	Pohjavesi	33

8.4 Alueen viemärirakenne	34
9 TÄLLÄ HETKELLÄ TYÖMAILLA KÄYTETYT MENETELMÄT	34
9.1 Turku, Linnanfältin työmaa	34
9.2 Pori, Satakunnan AMK:n työmaa	36
9.3 Helsinki, Fredriksbergin työmaa.....	37
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	39
10.1 Luonnollinen viivytys ja imeytys	39
10.2 Laskeutus.....	40
10.3 Työmaavesien huomioiminen riskianalysissä	41
10.4 Betoniautojen pesu	41
LÄHTEET	43

Liitteet

Liite 1	Viemärointi- ja ympäristöluvan hakeminen
Liite 2	Ympäristösuunnitelma
Liite 3	Työmaavesisuunnitelma

1 JOHDANTO

Työmaavedet ovat aihe, johon ei välttämättä kiinnitetä niin paljon huomiota kuin tarve olisi. Työmaavesiä syntyy työmailla runsaasti eri työvaiheiden sivutuotteena ja aivan luonnollisesti sateenkin ansiosta. Työmaavesien ongelma on se, että ne voivat olla ympäristölle haitallisia. Monet rakennustyömaan työt voivat aiheuttaa huomaamattomasti tuhoa ympäröivälle alueelle levittämällä haitallisia kemikaaleja tai luonnollisiakin yhdisteitä. Yleensä vahinko on huomattavissa vasta paljon myöhemmin työmaan jo valmistuttua.

NCC Suomi Oy on Suomen suurimpia rakennusyrityksiä, joka haluaa strategiansa mukaisesti tarjota kestävän kehityksen mukaisia ratkaisuja. Ympäristöstä huolehtiminen on osa kestävää kehitystä ja siihen kuuluvat mukaan työmaiden vedenhallinta. Tällä hetkellä lähinnä pilaantuneiden maiden työmailla puututaan vesistöihin laskettaviin vesiin.

Rakennusyrityksellä on useita työmaita Turussa, missä aletaan vaatimaan työmaavesisuunnitelmaa kaikilta työmailta 2018 vuoden alusta alkaen. Jo käynnissä olevilta työmaalta oli erikseen vaadittu tulevan suunnitelman mukaisia toimenpiteitä. Tämän opinnäytetyön tehtävänä on kehittää rakennusyrityksen toimintaa, jotta se vastaa rakennusvalvonnan lähiaikoina edellyttämiä vaatimuksia. Opinnäytetyön tuloksia on mahdollista käyttää yrityksen ympäristösuunnitelman kehittämisessä

Työmaavesien hallinnasta on tuotettu jo useampia tutkimuksia viime aikoina, joilla on pyritty nostamaan aiheen tärkeyttä rakennusalan tietoisuuteen. Tutkimuksissa painotetaan hulevesien luonnollista imeytystä maaperään ja jäteveden tuoton estämistä. Tässä opinnäytetyössä perehdytään näihin tutkimuksiin ja selvitetään järkevät vedenhallinnan vaihtoehdot työmaiden käytettäväksi.

Opinnäytetyön ensimmäinen vaihe on perehtyä työmaavesien vaikutuksiin ympäristössä, josta saadaan pohja opinnäytetyölle. Toisessa vaiheessa tutkitaan rakennusyrityksen vedenhallinnollista toimintaa, veden käsittelymenetelmiä ja pohditaan kehitysmahdollisuuksia.

2 NCC: N YMPÄRISTÖSUUNNITELMA

NCC:n työ kestävän kehityksen parissa pohjautuu kokonaiskuvaan, jossa kestävän kehityksen kolme ulottuvuutta – sosiaalinen vastuu, ympäristövastuu ja taloudellinen vastuu – vaikuttavat yhdessä (Starnet NCC n.d.).

Jokaisella rakennustyömaaorganisaatiolla on vastuu ympäristöstään, ja yksi tapa suojella sitä on laatia työmaalle ympäristösuunnitelma.

Ympäristösuunnitelma on projektikohtainen dokumentti, joka laaditaan työmaalle sen alkuvaiheessa. Itse ympäristösuunnitelman laatiminen ei ole lailla määrätty, mutta se pitää sisällään laissa määrättyjä toimenpiteitä. Ympäristösuunnitelman laatii työmaalla siihen määrätty henkilö. Henkilön vastuulla on käydä kaikki suunnitelman kohdat läpi ja tehdä niiden mukaiset toimenpiteet.

Huolella tehtyä ympäristösuunnitelmaa voidaan käyttää apuna laadunvarmistuksessa, urakoiden aloituspalavereissa ja työkaluna ympäristöhaittojen minimoimisessa. Alla näkyvässä kuvassa on esitetty ympäristösuunnitelman sisältö kokonaisuudessaan. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan ainoastaan työmaavesiä koskevia kohtia.

SISÄLLYS

1	Kohteen yleistiedot
2	Valmiille kohteelle asetetut ympäristövaatimukset
2.1	Sisäilma- ja puhtausvaatimus
2.2	Materiaalit
2.3	Energiatehokkuus
3	Kiinteistön puhtaus/pilaantuneisuus
4	Ympäristöriskien hallinta
5	Toiminta ympäristövahingon sattuessa
6	Lähialueet
7	Liikenne
8	Työmaan päästöjen hallinta
8.1	Melu
8.2	Tärinä
8.3	Ympäristöön kulkeutuva pöly ja kiinteä lika
8.4	Päästöt maaperään, ilmaan ja vesistöön
9	Työmaan jätehuolto
10	Työmaan energian ja veden käyttö
11	Ympäristösuunnitelman viestintä, toimeenpano ja toteutumisen vastuu

Kuva 1. Ympäristösuunnitelman sisälllys (NCC Suomi Oy).

Ympäristösuunnitelman kohdassa 4, Ympäristöriskien hallinta, kirjataan ylös mahdolliset riskien aiheuttajat, jotka ovat tulleet esille työmaan riski- ja mahdollisuusanalyysissä. Riskit kirjataan ylös ja menetelmät niitä vas-

taan selvitetään. Yhtenä esimerkkinä on työmaan sijainti pohjavesialueella, missä työmaan pintavedet voivat päätyä pohjaveteen. Merkittävien riskien riskientorjuntamenetelmien tulee olla esitettyinä dokumentin tässä kohdassa tai muualla mainitussa paikassa.

Ympäristösuunnitelma ottaa kantaa työmaan eri päästöihin kohdassa 8, Työmaan päästöjen hallinta. Opinnäytetyön aiheeseen päästään lähemmin kohdassa 8.4, Päästöt maaperään, ilmaan ja vesistöön.

8.4 Päästöt maaperään, ilmaan ja vesistöön

Työmaalla syntyvät nestemäiset ja kaasumaiset päästöt tai päästöriskien lähteet:

Luettelo työmaan päästöriskien lähteet.

- ☐ Työkoneiden käyttäjät ohjeistettu välttämään tyhjäkäyntiä
- ☐ Käytetyt kemikaalit on lueteltu työmaan kemikaaliluettelossa
- ☐ Kemikaalit säilytetään turvallisessa paikassa ja asianmukaisissa säilytysastioissa tai -säiliöissä.
- ☐ Työmaalla on imeytysainetta nestemäisten päästöjen leviämisen ehkäisemiseksi
- ☐ Työmaan hulevedet puhdistetaan/käsitellään ennen johtamista viemäriin. Vesienkäsittely toimenpiteet: *Selvitä miten vesienkäsittely toteutetaan, jos tarpeen. Esim. luvan hakeminen viemäriin johdettavalle vedelle ja tarvittava mekaaninen tai kemiallinen esikäsittely.*

Kuva 2. Ympäristösuunnitelman päästöt veteen -osuus (NCC Suomi Oy).

Suunnitelmassa tulee ilmetä käytettyjen kemikaalien luettelointi ja että kemikaalien säilytys on toteutettu asianmukaisesti. Mahdollisten nestemäisten päästöjen leviämisen ehkäisemiseksi työmaalta tulee löytyä imeytysaineita. Hulevesistä, jotka ovat työmaan merkittävin vesipäästö, ohjeistetaan hankkimaan viemärointilupa. Ennen viemärointiä tulisi ohjeistuksen mukaan selvittää veden mekaanisen tai kemiallisen esikäsittelyn tarve.

Tämä vedenhallinnollinen osa on tämän opinnäytetyön kehittämisen kohde. Suunnitelman ohjeistuksesta puuttuu kattavampi seloste hulevesien viivytysmahdollisuuksista työmaalla tehtynä. Hulevesiä ei tulisi ensisijaisesti ohjata viemäriin, vaan ne tulisi kerätä talteen tai imeyttää tontilla.

Ympäristösuunnitelma on ainoa dokumentti, jossa suunnitellaan työmaa-vesien käsittelyä, jos kaupunki ei vaadi työmaa-avesisuunnitelmaa. Jatkossa työmaa-avesisuunnitelman tulisi olla pakollinen osa ympäristösuunnitelmaa.

3 TYÖMAAVEDET

Työmaavedet ovat vesiä, jotka muodostuvat työmaan toiminnoista, hulevesistä, vajovesistä ja pohjavedestä. Työmaavedet ovat työmaalta poistettavia, usein haitallisia tai myrkyllisiä vesiä, jotka vaativat jonkinlaisen käsittelyn. Työmaavesien synnyn voi jakaa hule- ja jätevesiin. Yleensä nämä erilailla syntyneet vedet kuitenkin sekoittuvat keskenään.

Hulevesillä tarkoitetaan rakennetulta alueelta poisjohdettavaa vettä. Sateet ovat lähes ympärivuotinen hulevesien tuottaja. Sateet kerääntyvät tasaisille vettä läpäisemättömille pinnoille, kuten asfaltille, erilaisille kattomateriaaleille ja hienoa maa-ainesta sisältävälle soramaalle. Nämä pinnat estävät sateen imeytymistä ja aiheuttavat työmailla lammikoitumista, veden virtaamista ja kaivantojen täyttymistä. Sateen voimakkuus ja kesto vaikuttavat virtaavan veden määrän syntyymiseen.

Sulavedet ovat kausiluontoisia tai hetkellisiä vesimassojen synnyttäjiä. Lumien ja jäiden sulamisen aikaansaamat vedet luovat sateen tapaisia virtauksia ja lammikoitumista. Sulavedet voivat synnyttää suuria äkillisiä vesimassoja, mikäli ne valuvat korkeammalta alueelta. Näin voi tapahtua esimerkiksi silloin, kun työmaa sijaitsee rinteessä olevan pellon alapuolella. Sateet ja sulavedet voivat aiheuttaa vesistöjen ja viemäreiden tulvimista.

Jätevesillä tarkoitetaan työmaalla syntyviä haitallisia vesiä. Niillä ei kuitenkaan tarkoiteta talousvesiä, joita syntyy työmaan sosiaalituloissa. Jätevedet ovat yleensä jonkin työtehtävän sivutuotteena syntyneitä vesiä. Tällaisia työtehtäviä ovat esimerkiksi betoniauton pesu, poraukset tai vuotavien koneiden öljyt. Jätevesien synty on itseaiheutettua, ja se voidaan estää omalla toiminnalla.

4 TYÖMAAVESIÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Rakentamista rajoittavat useat lait ja määräykset, joita on noudatettava jokaisella rakennustyömaalla. Hule- ja jätevesien johtamiseen ja käsittelyyn vaikuttaa useita lakeja, jotka ohjaavat ja rajoittavat rakennustyömaiden toimintaa. Opinnäytetyön tavoitteen mukaisesti tähän työhön on koottu vesienhallintaan liittyvät lait ja määräykset.

4.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Maankäyttö- ja rakennuslain mukainen rakennuslupa (125 §) tai toimenpidelupa (126 a §) ovat ensimmäisiä lupia, joita haetaan aloitettaessa rakentamaan. Mikäli rakentamisesta koituu maiseman muutosta esimerkiksi puiden kaadosta, vaaditaan rakentamiseen myös maisematyölupa (128 §).

Rakennuslupa voi vaatia rakennusvesien käsittelysuunnitelman liitteeksi sitä haettaessa, mikäli rakennusvalvonta näkee sen tarpeelliseksi.

Lain luku 13 a ohjaa hulevesiin koskevia erityisiä sääntöjä. Lain 103 c § Hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet mukaan hulevesien yleisenä tavoitteena on

- 1) kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueella
- 2) imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla
- 3) ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä
- 4) edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin.

Lain 103 e §:n mukaan kiinteistön omistaja tai sen haltija vastaa kiinteistönsä hulevesistä. Lain 103 f §:ssä jatketaan, että kiinteistön omistajan tai haltijan on johdettava kiinteistön hulevedet kunnan hulevesijärjestelmään, jos niitä ei voi imeyttää kiinteistöllä tai jos niitä ei johdeta vesihuoltolain 17 a §:ssä tarkoitettuun vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon.

Lain 103 g §:n ja 103 h §:n määrätään kunnan ja kiinteistön hulevesijärjestelmän rajakohdista ja liittämisestä. Kiinteistön omistajalla on vastuu rakentaa kiinteistölleen asianmukainen hulevesijärjestelmä, ja sen on oltava mahdollista liittää kunnan järjestelmään.

Näin ollen voidaan huomata, että maankäyttö- ja rakennuslaki ohjaa enemmän valmiin alueen toimivuutta hulevesien ohjaamiseen liittyen. Laki määrää kiinteistön omistajaa tekemään tarvittavat toimenpiteet hulevesijärjestelmien liitoksia varten. Laki toimii yhdessä vesihuoltolain kanssa.

Työmaavesisuunnitelmaa vaaditaan lain mukaan vain erityistä ympäristöllistä vaaraa aiheuttavissa kohteissa, joista esimerkkinä ovat pohjavesialueet.

4.2 Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Toinen työmaavesiin vaikuttava laki on ympäristönsuojelulaki. Ympäristönsuojelulaki on pilaantumisen torjunnan yleislaki. Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on (YSL 1§)

- 1) ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja
- 2) turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävää kehitystä sekä torjua ilmastonmuutosta

- 3) edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä vähentää jätteiden määrää ja haitallisuutta ja ehkäistä jätteistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia
- 4) tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomioinnista kokonaisuutena
- 5) parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon.

Lakiin kuuluvat yleiset kiellot, kuten 16 § Maaperän pilaamiskielto ja 17 § Pohjaveden pilaamiskielto. Kiellot estävät maahan tai veteen haitallisten aineiden laskemisen. Lain 20 §:ssä käsketään noudattamaan varovaisuus- ja huolellisuusperiaatteita kaikessa ympäristöä mahdollisesti pilaavassa toiminnassa.

Ympäristönsuojelulain 27 §:n mukainen ympäristölupa on hankittava, jos toiminnasta aiheutuu ympäristön pilaantumisen vaaraa. Myös vesistön pilaamisen riski vaatii ympäristöluvan (27, 1 §).

Jos jätevettä johdetaan toisen alueella sijaitsevaan ojaan tai noroon, on vettä laskeva velvollinen huolehtimaan ojan tai noron kunnossapidosta. Lisäksi jätevettä laskevan on huolehdittava, ettei jäteveden laskemisesta aiheudu kohtuullisin kustannuksin vältettävissä olevaa haittaa (158 §). Toisen ojaan tai noroon jäteveden laskemiseksi on oltava ympäristöluvan mukainen oikeus (68 §).

Lain 135 §:n mukaan, jos maaperän tai pohjaveden epäillä pilaantuneen, puhdistamisesta vastuussa olevan on selvitettävä alueen tila. Selvitys pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista tulee toimittaa valvontaviranomaiselle. Selvityksestä on vastuussa 133 §:n mukaan se, joka toiminnallaan on aiheuttanut maaperän tai vesistön pilaantumisen.

4.3 Vesilaki 587/2011

Vesilaki ohjaa vesiympäristön ja vesivarojen käyttöä ja niiden yhteensovittamista. Laki sisältää vesitaloushankkeiden yleisiä säännöksiä ja muun muassa ojitukseen liittyviä määräyksiä.

Vesilain tavoitteena on (VL 1§)

- 1) edistää, järjestää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä niin, että se on yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä
- 2) ehkäistä ja vähentää vedestä ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja
- 3) parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa.

Lain 5 luvun 3 §:n mukaan tehdessä ojitusta, käyttämällä ojitusta tai sen kunnossapidossa, joka voi aiheuttaa vesistön pilaantumisvaaraa, on han-

kittava lain mukainen lupa. 5 luvun 7 §:ssä jatketaan, ettei ojan käytön aiheutuksesta saa toisen omistavan alueella syntyä vettymistä tai muuta edunmenetystä.

Lain 3 luvun 3 §:n mukaan vesien imeyttäminen tekopohjavedeksi tarvitsee aina viranomaisen lupa.

4.4 Vesihuoltolaki 119/2001

Vesihuoltolaki antaa vesihuoltoon ja hulevesien viemäröintiin liittyviä säännöksiä. Lain tavoitteena on turvata puhdas talousvesi ja ympäristön-suojelun mukainen veden viemäröinti.

Vesihuoltolain 3 luvun 17 b §:n mukaan kunnan vesihuoltolaitoksen alueella sijaitseva kiinteistö on liitettävä hulevesiviemäriin. 17 c §:n mukaan vapautuksen viemäriin liittymisestä voidaan saada, jos alueen hulevedet käsitellään muuten asianmukaisesti.

17 d §:ssä kielletään kiinteistön hulevesien laskeminen jätevesiviemäriin. Luvan voi kuitenkin saada, mikäli alueella ei ole hulevesiviemäriä, jätevesiviemäri on rakennettu ennen vuotta 2015 tai jos vesihuoltolaitos kykenee huolehtimaan jätevesiviemäriin johdettavasta hulevedestä.

4.5 Helsingin rakennusjärjestys

Kaupungeilla on omat määräyksensä, jotka tarkentavat yleisiä lakeja tai antavat alueellisia rajoituksia varsinkin työmaavesistä. Helsingin rakennusjärjestyksen 16 §:n mukaan *ne hulevedet ja perustusten kuivatusvedet, joita ei imeytetä tontilla, on johdettava kiinteistöjen yhteiseen hulevesi- ja perustusten kuivatusvesijärjestelmään, tai jos tämä ei ole mahdollista, rakennusviraston tai vesihuoltolaitoksen luvalla yleiseen hulevesijärjestelmään.*

Rakennusjärjestyksen 43 § kuitenkin rajoittaa em. kohtaa: *Työmaalta ei saa laskea suoraan vesistöön tai ojaan runsaasti kiintoainetta tai lietettä tai haitallisia aineita sisältäviä hule- tai kuivatusvesiä.*

Jos vesistä kuitenkin haluaa päästä eroon, on siihen haettava kaupungilta liittymissopimus tai viemäröintilupa. Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymän HSY:n työmaavesiohjeen 6.6.2017 mukaan työmaalta poisjohdettavien vesien valuttaminen hule-, jäte- tai sekavesiviemäriin tarvitsee aina luvan HSY:n liittymispalveluilta. Ennen liittymislupaa voidaan hakea viemäröintilupa jätevesien laskemiseen jätevesiviemäriin. Viemäröintilupa tarvitaan aina, kun työmaavesiä johdetaan jätevesiviemäriin pilaantuneiden maiden kunnostustyömailta tai isoilta louhintatyömailta.

Helsingin rakennusjärjestys ottaa myös kantaa pohjavesiin mahdollisesti vaikuttaviin rakennustöihin. 53 §:n mukaan rakentamisen vaikutukset pohjaveden laatuun, korkeusasemaan ja virtausmahdollisuuksiin on tarvittaessa tutkittava ennen rakentamista. Mikäli alue on tärkeää pohjavesialuetta, on rakennuslupahakemukseen liitettävä asiantuntijan tekemä pohjaveden hallintasuunnitelma ja siihen liittyvä pohjaveden tarkkailuohjelma 54 §. Jos rakennuksessa on käytetty puisia paaluja tai perustusrakenteita, jotka voivat vaikuttaa pohjaveden korkeusasemaan, tulee 55 §:n mukaan tehdä 54 §:n mukainen pohjaveden tarkkailuohjelma.

Helsingin rakennusjärjestys sanoo vielä 56 §:ssä, että jos tontin tai ympäristön alueen maaperä on pilaantunut tai sen epäillään pilaantuneen, maaperä on tutkittava ja tarvittaessa puhdistettava ennen rakentamiseen ryhtymistä.

5 VEDENKÄSITTELYMENETELMÄT

5.1 Viivytytys

Hulevesien viivytytys tarkoittaa veden keräämistä tontille käyttäen hyödyksi erilaisia imeytys- ja laskeuttamismenetelmiä, joissa vesi puhdistuu suodattumalla tai laskeutumalla. Viivytytysmenetelmissä vesi kerätään painanteeseen tontilla, mikä voi olla luonnollisesti tontin alin kohta tai varta vasten imeyttämistä varten tehty painanne. Syitä vesien viivytykselle ovat lähivesien suojeleminen, kaupungin hulevesiverkon rasituksen pienentäminen ja veden luonnollinen puhdistuminen pohjavedeksi.

Veden imeytymiseen vaikuttavat suuresti maaperän ominaisuudet. Runsaasti savea sisältävällä maakerroksella voi olla niin huono vedenläpäisykyky, ettei siihen ole kannattavaa tehdä imeytysallasta. Liian karkeassa maassa taas vesi voi imeytyä liiankin nopeasti eikä ehdi puhdistua. Liian nopea imeytyminen ei ole ongelma tehdessä imeytysallasta jo valmiina olevan rakennuksen tontille huleveden ollessa huomattavasti puhtaampaa kuin rakennustyömaalla.

Yleisesti voidaan todeta, että pohjaveden pilaantumisriski on suurin alueilla, joilla maaperä on hyvin vettä läpäisevää ja pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa (Hätinen 2010, 22).

5.2 Kosteikko

Kosteikot ovat kasvillisuuden osittain tai täysin peittämiä alueita, jotka ovat pysyvästi tai tilapäisesti veden peittämiä. Kosteikoilla on tulva- ja vesiensuojelullista merkitystä. Niiden avulla voidaan hidastaa ja viivyttää suuriakin vesimääriä, ja näin ehkäistä eroosiota ja tulvimista alapuolisissa vesissä. (Jormola 2016, 16.)

Kosteikkojen avulla voidaan myös parantaa vedenlaatua. Osa haitta-aineista, kuten tystä, fosforista ja raskasmetalleista, on kiinnittynyt kiintoaineeseen ja laskeutuu siten kosteikon pohjalle kiintoaineen sedimentoitessa. Lisäksi kosteikon kasvillisuus sitoo itseensä biologisten prosessien avulla ravinteita ja epäpuhtauksia sekä tehostaa kosteikoissa tapahtuvia fysikaalisia ja kemiallisia puhdistusprosesseja. (Jormola 2016, 16.)

Taulukko 1. Kosteikon haitta-aineiden pidättymisprosentteja (Jormola 2016, 17)

Haitta-aine	Poistuman ala- ja yläkvartiilit (%)	Poistuman mediaani
Kiintoaine	45–85	70
Kokonaisfosfori	15–75	50
Liennut fosfori	5–55	25
Kokonaistyyppi	0–55	25
Orgaaninen hiili	0–45	20
Kokonaissinkki	30–70	40
Kokonaiskupari	20–65	50
Bakteerit	40–85	60
Hiilivedyt	50–90	75
Kloridi	0	0

5.3 Biosuodatusrakenne

Biosuodatusrakenne on hulevesien viivytyksen menetelmä, joka käyttää edukseen eri maankerrosten ominaisuuksia. Rakenne on noin 2–5 % koko valuma-alueen koosta, ja sen ylimmän kerroksen päällä on suositeltavasti 30 cm:n patoutumiskorkeus veden tilavuuden lisäämiseksi. (Hätinen 2010, 34.)

Biosuodatusrakenteet koostuvat hyvin vettä johtavista maakerroksista, mutta niissä vedellä on kuitenkin riittävä viipymä aineiden pidättymisen kannalta. Rakenne on siten suunniteltava hydraulisesti oikeanlaiseksi, jotta rakenteessa tapahtuisi huleveden laadullista käsittelyä, mutta rakenne olisi kuitenkin sade- ja sulantapahtumien välissä kuivuva. (Hätinen 2010, 34.)

Biosuodatusrakenteen ylin kerros on kasvukerros. Hätisen (2010, 34) mukaan kasvukerroksessa tulee olla eri olosuhteissa selviäviä pakallisia kasveja. Kasvien tulee olla myös kestäviä erilaisille olosuhteille, kuten kuivuudelle, kosteudelle, kylmälle ja lämpimällä, jotta ne pysyisivät hengissä jatkuvasti.

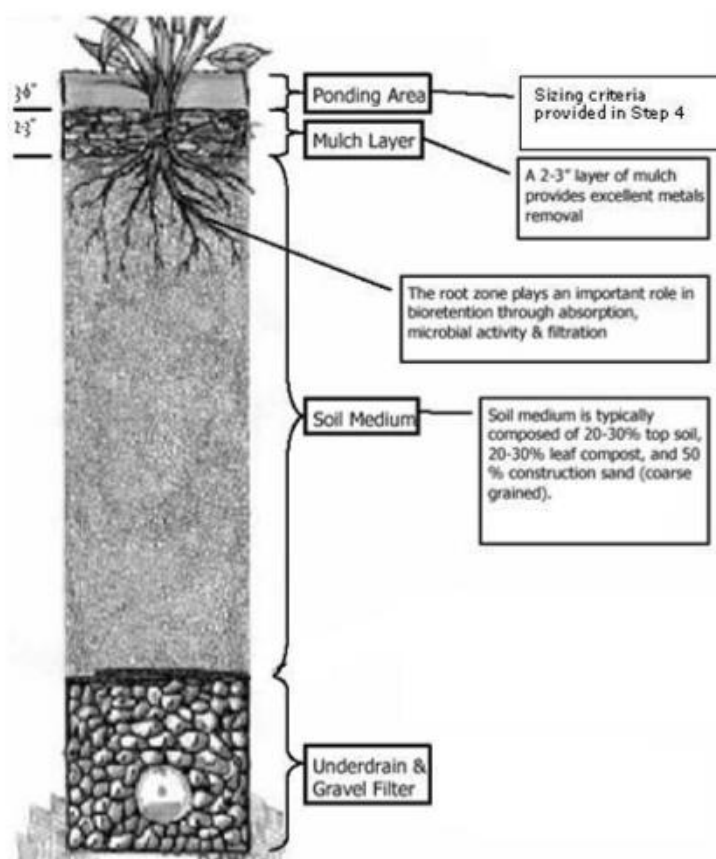
Kasvit luovat kasvukerrokseen olosuhteet, jossa mikrobit pystyvät käyttämään ja samalla poistamaan ravinteita ja haitta-aineita kasvukerrokseen

suodattuvasta vedestä. Useat ainekset pidättyvät kasvukerrokseen, ja siksi se on tärkeä osa biosuodatusta (Euroopan aluerahasto, 16).

Rakenteen toinen kerros on suodatinkerros. Hätisen (2010, 34) mukaan kerroksen suositeltava paksuus on 600–1000 mm ja tyypillinen aines on hiekka, johon voi olla sekoitettu muita maa-aineksia. Kirjallisuus selvityksen mukaan suodatinkerroksen vedenläpäisykyvyn olisi hyvä olla 50–200 mm/h.

Alimpana kerroksena on ns. salaojakerros, joka on hyvin vettä läpäisevää ainesta, esim. karkeaa soraa. Salaojakerroksen syvyyden olisi hyvä olla vähintään 200 mm. (Hätinen 2010, 34.)

Salaojakerroksessa vesi joko imeytyy maahan tai se siirretään putken avulla muualle. Salaojakerroksen ja suodatuskerroksen väliin on suositeltavaa asettaa siirtymäkerros, mikä estää ravinteiden ja maa-ainesten siirtymisen kerroksesta toiseen. Siirtymäkerroksen maa-aineksen raekoon suositellaan olevan salaoja- ja suodatinkerroksen väliltä, ettei ylempi kerros valu alempaan. (Hätinen 2010, 34.)



Kuva 3. Poikkileikkaus salaojallisesta biosuodatusrakenteesta (Hätinen 2010, 35)

Pidättymismekanismi	Poistuvat haitta-aineet
Sedimentaatio ja imeytyminen	Kiintoaine, kelluva karke, roskat, kiintoaineeseen kiinnittynyt fosfori, osa maaperässä olleista patogeeneista
Adsorptio maapartikkeleihin	Liuenneet metallit, liennut fosfori
Kasvillisuuden ravinteiden otto	Ravinteet (fosfori ja typpi)
Mikrobiologiset prosessit	Orgaaniset aineet, patogeenit
Auringonvalolle altistuminen ja kuivuus	Patogeenit

Kuva 4. Biosuodatusrakenteen haitta-aineiden pidättymismekanismit (Jormola 2016, 20).

5.4 Selkeytys

Jäteveden puhdistamalla käytetään useita eri menetelmiä ja vaiheita jäteveden puhdistamiseen. Selkeytys on yleisin menetelmä, jonka toimintaperiaatetta käytetään useassa vaiheessa.

Selkeytyksellä tarkoitetaan vedessä olevan kiintoaineksen tai nestemäisen partikkelin poistamista painovoimaa tai keskipakovoimaa hyväksi käyttäen. Poistettavien hiukkasten koko vaihtelee tällöin silmin havaittavasta lähelle kolloidihiuksien kokoa. (Karttunen 2004, 77.)

5.5 Laskeutus

Selkeytyksen tavallisin muoto on laskeutus, jolloin erotettavat hiukkaset ovat vettä raskaampia ja laskeutuvat painovoiman vaikutuksesta pohjaan. Laskeutus on ollut ja on edelleenkin yleisin käsittelymenetelmä niin veden kuin jätevesien puhdistuksessa. Laskeutusta käytetään hiekanerotuksessa ja esilaskeutuksessa sekä aktiivilieteprosessissa syntyneiden biologisten ja saostuksessa syntyneiden kemiallisten flokkien poistamiseen. (Karttunen 2004, 77.)

Vettä raskaampi kiinteä hiukkanen laskeutuu vedessä aluksi kiihtyvällä nopeudella, kunnes veden aiheuttama vastus on hiukkasen painon suuruinen, mistä alkaen laskeutumismuutos on tasainen. Tasapainonopeuden määräävät hiukkasen tiheys, koko ja muoto sekä veden tiheys ja viskositeetti. (Karttunen 2004, 77.)

Vedenkäsittelytekniikassa on usein kysymys hiukkasista, jotka laskeutumisen aikana tarttuvat löyhästi toisiinsa, jolloin hiukkasten koko ja tiheys sekä tämän seurauksena laskeutumismuutos muuttuvat (Karttunen 2004, 82). Tätä kutsutaan flokkautuvaksi laskeutumisiksi.

5.6 Laskeutusallas luonnossa

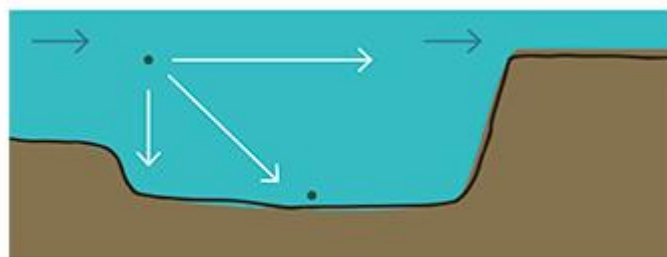
Laskeutusallas on huleveden käsittelykeino, jota käytetään, jos vesi sisältää suuria määriä kiintoainetta.

Laskeutusaltaiden toiminta perustuu kiintoaineen laskeutumiseen veden virtausnopeuden pienentyessä. Jotta myös hienoimmatkin maa-ainekset laskeutuisivat altaan pohjalle, saa veden virtausnopeus olla enintään 1–2 cm sekunnissa ja veden tulisi viipyä altaassa vähintään tunnin. (Suomen ympäristökeskus SYKE, 2014.)

Joensuun (2012, 17) mukaan tyypillisen laskeutusaltaan maalajina käytetään hienoa hietaa, jolloin altaaseen pidättyy hiukkasia, joiden läpimitta on suurempi kuin 0,02 mm.

Laskeutusaltaan luiskan suositeltavaan kaltevuuteen vaikuttavat altaan kaivussyvyys ja maalajin ominaisuudet. Routivilla ja hienojakoisilla mailla altaan luiskien kaltevuus saa olla enintään 45 astetta. (Joensuu 2012, 17.)

Allas sijoitetaan puron tai ojan päähän, missä veden virtausnopeus on huomattavasti hidastunut. Vettä tuovan luiskan kaltevuus tulee olla niin loiva, ettei se syövy. Altaan syvyyden tulisi olla 0,5...1,0 m ja leveyden 10...30 % pituudesta. Altaan viipymä on tällöin keskivirtaaman aikana 1...2 vrk ja keskitulvan aikana 2...5 tuntia. (Järvenpää 2015, 94.)



Laskeutusaltaiden toiminta perustuu veden virtausnopeuden hidastamiseen ja mukana kulkeutuvien hiukkasten laskeutumiseen altaan pohjalle.

Kuva 5. Poikkileikkaus laskeutusaltaasta (Kuula, 2017).

Turun työmaavesiohjeen mukaan laskeutusaltaan tilavuus voidaan mitoittaa työmaalle seuraavan kaavan mukaan:

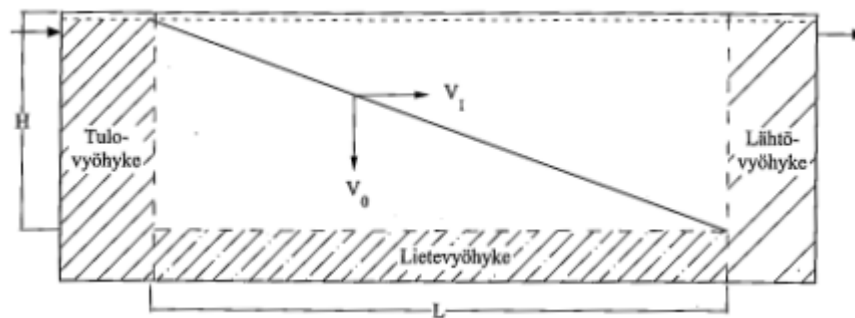
Mitoitussade (0,01 m) x työmaan pinta-ala (m²) x valuntakerroin (0,5)

Mitoitussade on mitoituksessa käytetty oletettu rankkasade, tässä yhteydessä 10 minuutin 10 mm:n rankkasade. Valuntakertoimen arvona on käytetty keskiarvoa 0,5, joka kuvaa kohtuullisen hyvin erityyppisten työmaiden olosuhteita. (Turun työmaavesiohje 2017, 9.)

5.7 Laskeutusallas teollisuudessa

Pintakuormasta on tullut eräänlainen standardi, koska se on laskeutusaltaan mitoituksessa tärkein ja käytetyin mitoitusparametri. Pintakuorma perustuu yksittäisen hiukkasen laskeutumisteoriaan, jossa hiukkasen laskeutumisnopeuteen vaikuttavat tekijät ovat itse hiukkasen muoto ja sen keskinäinen etäisyys muihin hiukkasiin. Mitä enemmän hiukkasen muoto poikkeaa pallon muodosta, sitä hitaammin se laskeutuu. Pintakuorma on se erään paksuinen, virtaamasta altaan pinnalle yhdessä aikayksikössä muodostunut vesikerros, jonka dimensiona on tavallisesti m/h. (Paakki 2014, 24.)

Suorakulmaisessa altaassa, jonka pituus on L , syvyys H ja leveys B , hiukkasia sisältävä vesi jakautuu tasaisesti altaan poikkileikkaukselle tuloalueella, josta alkaen virtaava vesi on nopeuksiltaan altaan kaikissa osissa tasainen lähtöalueelle asti. Oletetaan, että ne hiukkaset, jotka vielä ovat vedessä lähtöalueen alussa, jäävät veteen. Vastaavasti ne hiukkaset, jotka ehtivät laskeutua altaan pohjalle ennen tätä rajakohtaa, erottuvat vedestä pysyvästi. (Karttunen 2004, 86.)



Kuva 6. Hiukkasen laskeutuminen altaassa (Karttunen 2004, 86).

Jotta hiukkasen olisi mahdollista laskeutua altaan pohjalle, sen laskeutumisnopeuden V_0 on oltava suurempi kuin veden hiukkaseen aiheuttaman ylöspäin suuntautuvan nopeuden. Olkoon hiukkasen vaakasuora nopeus V_1 . (Karttunen 2004, 86.)

Viimeinen hiukkanen, joka on aivan pinnassa veden jättäessä tuloalueen, ehtii pohjaan juuri lähtöalueen rajalla. Voidaan siis päätellä, että virtausaika t altaan pituussuuntaisella matkalla L on siten sama kuin hiukkasen laskeutumisaika pohjaan matkalla H , kun laskeutumisnopeus on V_0 ja virtausnopeus V_1 . (Karttunen 2004, 86.)

Teorian mukaan veden pinnalla oleva hiukkanen, joka erottuu viimeisenä vedestä ennen lähtöalueen rajapintaa, laskeutuu seuraavan kaavan mukaisesti:

$$t = \frac{L}{V_1} = \frac{H}{V_0} \quad (1)$$

t = laskeutukseen tarvittava aika, h

L = altaan tehokas pituus, m

V_1 = partikkelin vaakasuora nopeus, m/h

V_0 = partikkelin nopeus alaspäin, m/h

Toisaalta $V_1 = Q/(H*B)$, jossa Q on virtaama altaan kautta. Lisäksi otetaan huomioon, että altaan pinta-ala $A = B * L$, saadaan

$$V_0 = \frac{H * V_1}{L} = \frac{Q * H}{H * B * L} = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Hiukkaset, joiden nopeus on suurempi kuin V_0 , laskeutuvat altaan pohjalle. Kun taas ne partikkelit, joiden nopeus on pienempi kuin V_0 , poistuvat nopeuksien suhteessa V/V_0 , missä V on laskeutuvan hiukkasen nopeus. (Karttunen 2004, 86–87.)

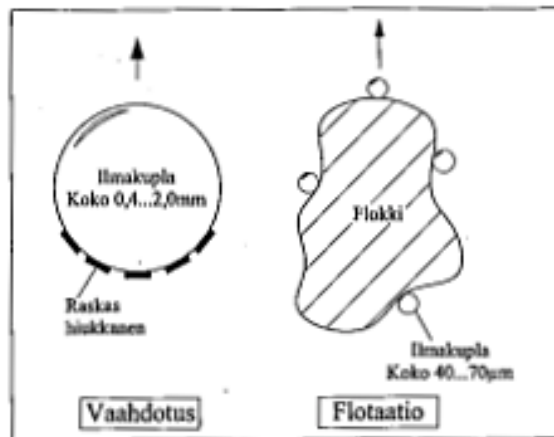
5.8 Flotaatio

Flotaatio on yksikköoperaatio, jota käytetään erottamaan vedestä kiintoaineet tai nestemäiset partikkelit. Flotaatio saadaan aikaan johtamalla veteen pieniä kaasukuplia, tavallisesti ilmaa, jotka kiinnittyvät poistettaviin partikkeleihin ja nostavat sen pinnalle. (Karttunen 2004, 97.)

Flotaatitapahtuma voidaan jakaa poistettavan partikkelin tiheyden perusteella kahteen ryhmään:

- Luonnollinen flotaatio, jossa partikkelin tiheys on riittävästi vettä pienempi.
- Ilmaflotaatio, missä partikkelin tiheys on sama tai suurempi kuin veden tiheys. (Karttunen 2004, 97.)

Flotaatio eroaa vaahdotuksesta pienen kuplakokonsa ansiosta.



Kuva 7. Flotaation ja vaahdotuksen ero (Karttunen 2004, 97).

Luonnollista flotaatiota käytetään vettä luonnollistaan keveämpien hiukkasten, kuten öljypisaroiden tai rasvahiukkasten, erottamiseen vedestä. Luonnollista flotaatiota tapahtuu myös, kun kaasua vapautuu käymisen tuloksena lietteestä, jolloin tuloksena on vaahtoa altaan pinnalla. (Karttunen 2004, 98.)

Ilmaflotaatio suoritetaan johtamalla flotaatioaltaan pohjalle ilmaa riittävän hienoina kuplina. Ylöspäin noustessaan ne tarttuvat vedestä poistettavien hiukkasten pinnoille, jolloin kokonaisuus tulee vettä keveämmäksi ja alkaa kohota ylöspäin. Paras tulos saavutetaan pienikokoisilla ilmakuplilla $d = 40\text{--}70\ \mu\text{m}$. (Karttunen 2004, 99–100.)

5.9 Suodatus

Suodatus on laajasti käytetty prosessi vesien käsittelyssä. Sitä käytetään sekä talousveden, jätevesien että teollisuusvesien käsittelyyn usein viimeisenä vaiheena. Suodatuksessa vesi johdetaan suodatinmateriaalin läpi, jolloin kiinteät epäpuhtaudet jäävät joko suodattimen pinnalle tai pidättyvät syvempään suodatinmateriaaliin. Suodatuksella voidaan poistaa aina suuremmista kolloidikokoa olevista hiukkasista ylöspäin oleviin epäpuhtauksiin saakka. (Karttunen 2004, 107.)

Suodattimet voidaan jakaa toimintaperiaatteensa mukaan

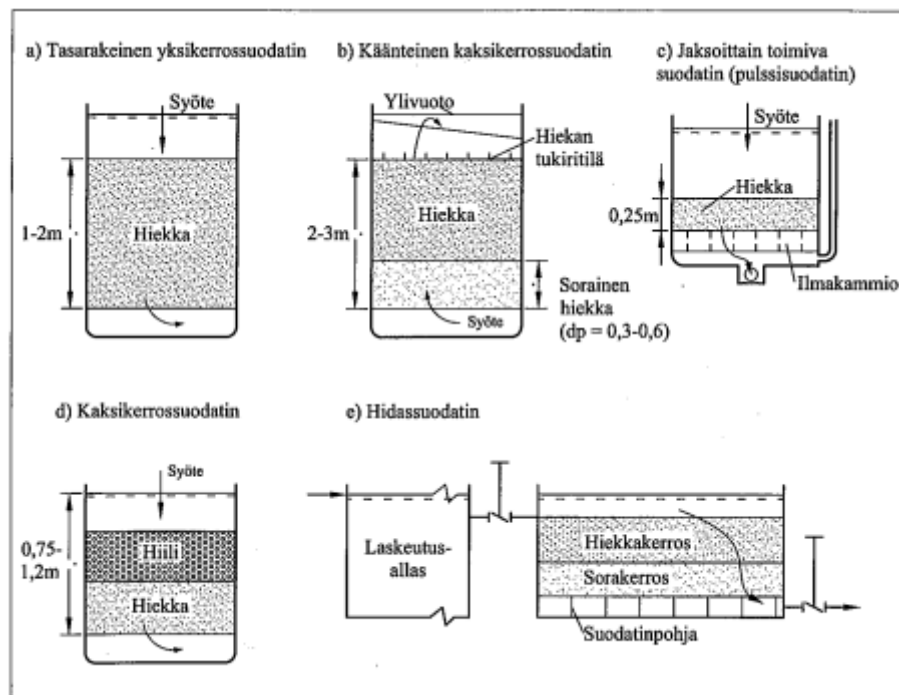
- fysikaalisiin
- kemiallisiin
- biologisiin suodattimiin.

Edellä mainitut suodatusperiaatteet on jaettu vielä näihin päätyyppeihin:

- suodatus rakeisen suodatinmateriaalin läpi
- pintasuodatus.

Rakeiset suodattimet on tehty yhdestä tai useammasta materiaalista. Näissä suodattimissa pääosa suodatuksesta tapahtuu suodattimen sisällä.

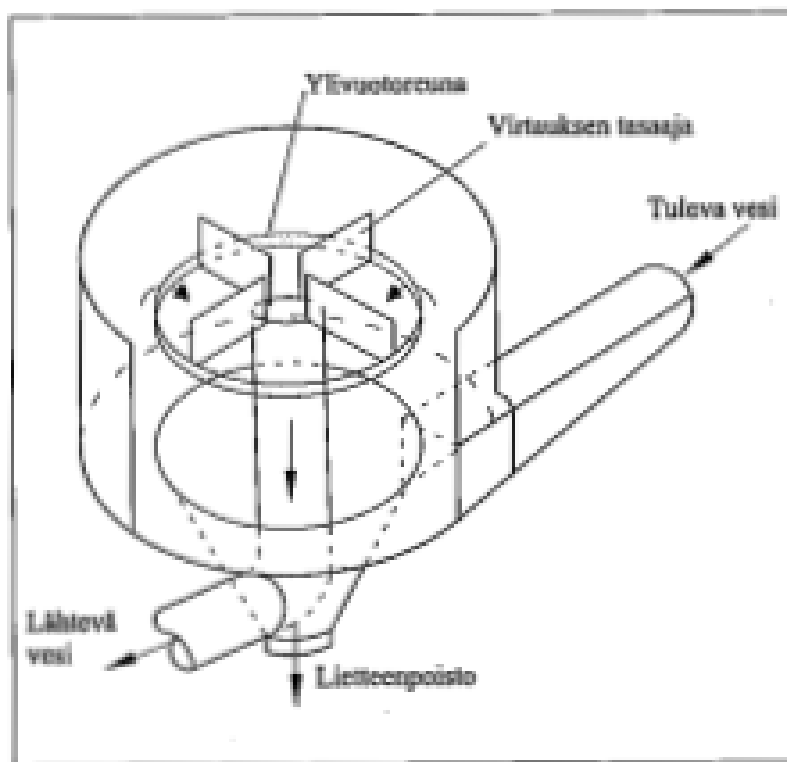
Pintasuodattimissa suodatus tapahtuu ohuen suodatinkerroksen pinnalla samantyyppisesti kuin siivilöissä ja kalvosiivilöissä. (Karttunen 2004, 107–108.)



Kuva 8. Erilaisia suodatintyypppejä (Karttunen 2004, 117).

5.10 Pyörreselkeytin

Pyörreselkeyttimellä tarkoitetaan sellaista laitetta, jossa käsiteltävä vesi ohjataan vaakaleikkaukseltaan pyöreään altaaseen tangentiaalisesti ja poistetaan joko keskellä olevan ylivuotoputken tai reunojen kautta. Pyörreselkeyttimen etuna on sen tarvitseman pinta-alan vähäisyys verrattuna perinteisiin laskeutusmenetelmiin. (Karttunen 2004, 105.)



Kuva 9. Pyörreselkeyttimen toiminta (Karttunen 2004, 105).

Keskuspoistoisesta pyörreselkeyttimestä vesi poistuu keskellä olevan, tavallisimmin rengasmaisen ylivuotoreunan kautta poistoputkeen, joka on pystyssä, vinossa tai vaaka-asennossa. Erityisesti USA:n ympäristösuojeluvirasto (EPA) on tehnyt laitteen kehitys- ja mitoitustyötä 1970-luvulla. Pyörreselkeyttimellä pyrittiin lähinnä hulevesien puhdistamiseen, ja myöhemmin tutkimuksia on laajennettu mm. kalanviljelylaitosten poistovesien puhdistamiseen. (Karttunen 2004, 105.)

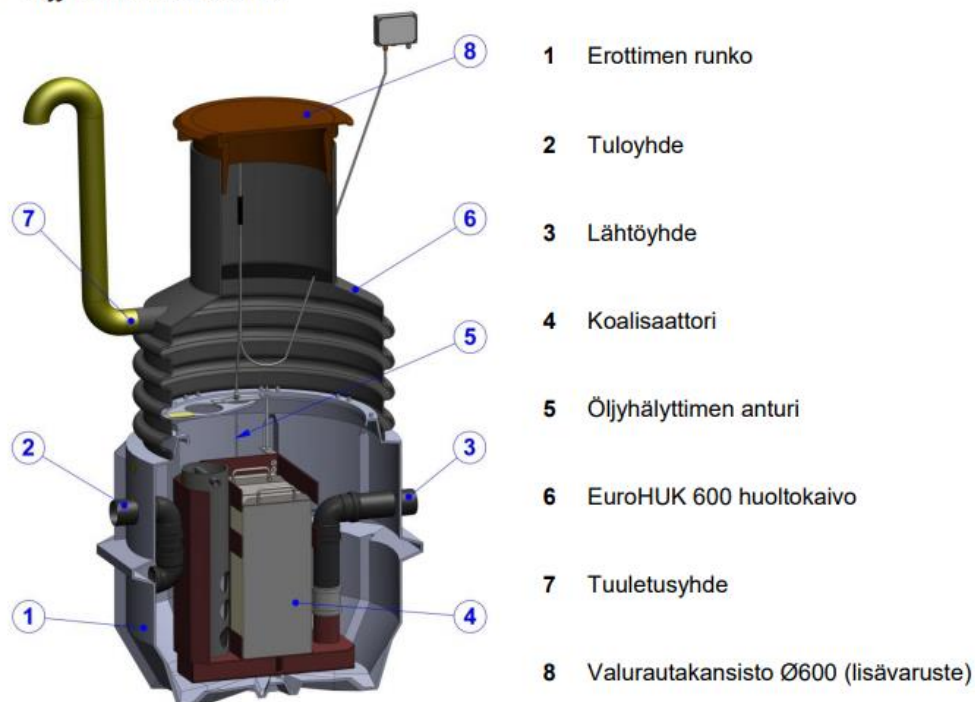
5.11 Öljynerottimet

EuroPEK Roo-öljynerottimella erotetaan jätevedessä olevat vapaat ja osittain myös mekaanisesti emulgoituneet öljyt. Sillä voidaan käsitellä erilaisia öljyisiä vesiä, esimerkiksi piha-alueiden sadevesiä tai ajoneuvojen pesupaikkojen jätevesiä. Öljynerotin on gravitaatioon perustuva käsittelyjärjestelmä, jossa öljyn erottumista vedestä on tehostettu koalisaattorilla. Vesi virtaa erottimeen tuloyhteen kautta ja siitä edelleen koalisaattorin läpi. Öljyinen vesi puhdistuu koalisaattorissa siten, että öljypisarat tarttuvat koalisaattorin pinnalle ja erottuvat näin vesivirtauksesta. Koalisaattorilla hyvin pienetkin öljypisarot kyetään erottamaan vedestä ja täten tehostamaan öljynerottimen puhdistustehoa. (Wavin_Labko Oy.)

Wavin-Labko Oy valmistaa teollisuuskäyttöön soveltuvia 1- ja 2-luokan öljynerottimia, joita on käytetty myös työmaaolosuhteissa. 1-luokan öljynerottimen suodattama neste saa sisältää EN-858-1:2002-standardin

mukaan öljyä vain 5 mg/l. Luokan 2 öljynerottimen sisältämät öljymäärät saavat olla 100 mg/l.

2.2 Öljynerottimen rakenne



Kuva 2. Öljynerottimen osat.



Kuva 3. EuroPEK Roon koalisaattoriyksikkö.

Kuva 10. Öljynerottimen rakenne (Wavin-Labko Oy).

Wavin-Labko Oy:n valmistama EuroPEK Roo on 1-Luokan öljynerotin. Erotinta valmistetaan erikokoisena, eri ominaisuuksilla ja eri tiloihin asennettavaksi. Sen toiminta perustuu pääasiallisesti koalisaattori-tekniikkaan, missä vesi virtaa hitaasti koalisaattoriyksikön läpi. Veden sisältämät öljypisarat kerääntyvät koalisaattorin pintaan. Koalisaattori kerää talteen myös veden sisältämät, pienenä hiukkasena liikkuvat kiintoaineet. (Wavin-Labko Oy.)

Työmaan koon ja käsiteltävän veden määrän mukaan valitaan oikean kokoinen säiliö erottimeen. Erotin on varusteltu hälyttimellä, joka ilmoittaa

vastuuhenkilölle tyhjennystarpeesta. Öljynerotinta ei suositella runsaasti kiintoainetta sisältäviin vesiin, koska sen huoltoväli lisääntyy huomattavasti.

5.12 Hiekanerottimet

Kiintoaineen keräämiseen voidaan käyttää Wavin-Labko Oy:n valmistamia hiekanerottimia. EuroHEK on gravitaatioon perustuva hiekanerotin, joka erottaa vedestä sitä painavimmat hiukkaset.

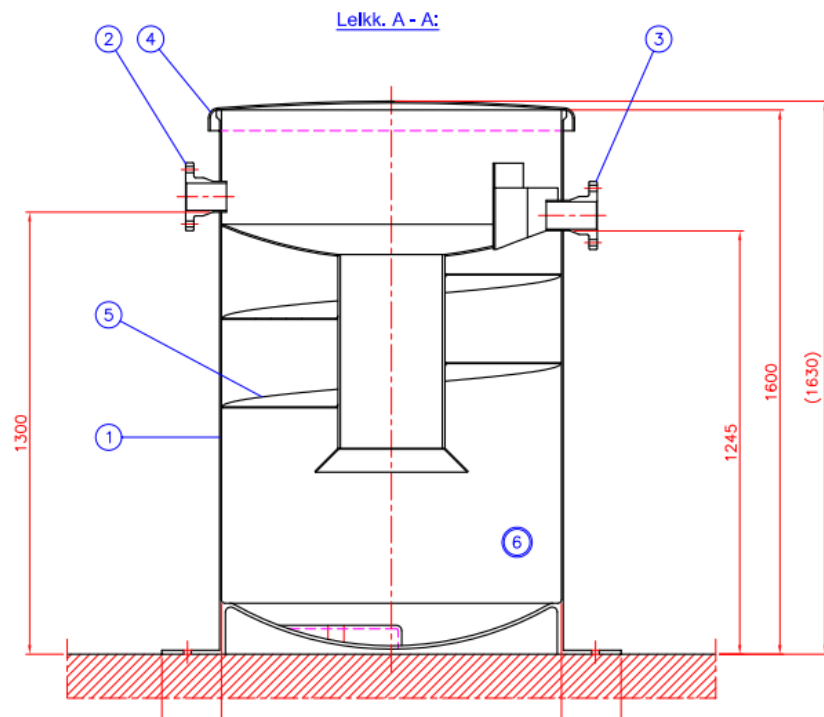


Kuva 11. Maan alle asennettava hiekanerotin (Wavin-Labko Oy).

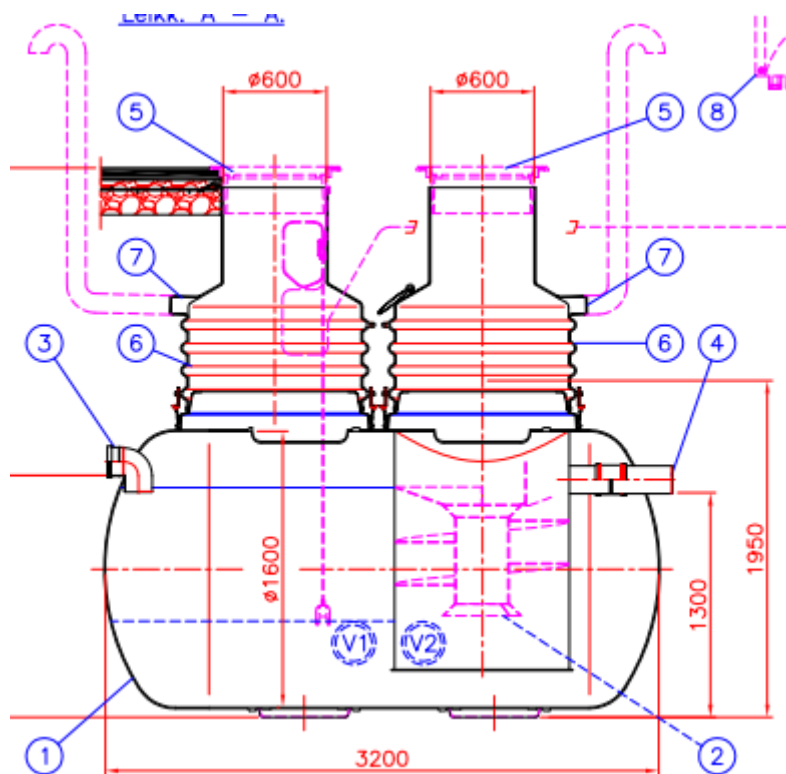
EuroHEK on tarkoitettu esitteen mukaan runsaasti kiintoainetta sisältävien vesien puhdistukseen. Esimerkkikohteita ovat parkkipaikat ja teollisuusalueet. Hiekanerotinmen kokoon ja ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa käyttökohteen mukaan.

Jos hiekanerotusta halutaan vahvistaa, voidaan käyttää apuna Certaroterotinosaa. Certaro-osa vahvistaa erityisesti kevyen lietteen erotusta. Se

voidaan liittää hiekanerotusjärjestelmään tai sitä voidaan käyttää itsenäisesti. (Wavin-Labko Oy.)



Kuva 12. Certaro-lietteenerotin (Wavin-Labko Oy).



Kuva 13. HEK-hiekanerotin, jossa mukana Certaro-osa (Wavin-Labko Oy).

Öljiesten ja hiekkaisten vesien käsittelyssä käytetään ketjussa olevaa hiekan- ja öljynerotinta, joista hiekanerotin on ensimmäisenä.

6 TYÖMAAVESISUUNNITELMA

Turun työmaavesiohjeen (3/2017) mukaan työmaavesisuunnitelma tulee laatia rivitalotyömaista alkaen ja aina isompiin kohteisiin. Suunnitelmassa tulee laatia ennakoarvio työmaalla syntyvien vesien laadusta ja määrästä. Työmaavesiksi katsotaan kaikki hulevedet, työmaatoimista syntyvät vedet ja työmaan läpi mahdollisesti kulkeva valunta.

Työmaavesisuunnitelma tulee laatia ennen rakennustöiden aloittamista, jotta ennestään olemassa olevat kaupungin hulevesirakenteet ehditään suojata erityisesti työmaan alussa syntyvältä kiintoainekuormitukselta. Jo rakennuslupahakemuksen käsittelyn aikana voidaan vaatia vesien käsittelysuunnitelman toimittamista.

Vesienkäsittelysuunnitelma tehdään osaksi työmaasuunnitelmaa. Vesienkäsittelysuunnitelmasta ilmenee vesien käsittelyyn varattu paikka, joka voi olla esimerkiksi laskeutusallas työmaan alimmassa kohdassa. Mikäli vedet pumpataan säiliöön, tulee pumppausreitit merkitä ylös. Vesien käsittelymenetelmien tyhjennykset ja huoltotoimenpiteet on ilmoitettava ja niille on tehtävä aikataulut.

Jos työmaalta syntyy erityistä pilaantumisvaaraa läheisille vesistöille, on veden laatua tarkkailtava ottamalla näytteitä. Työmaavesisuunnitelmassa tulee ilmoittaa tarkkailtavat aineet, niiden pitoisuudet, näytteenottotavat ja ajat.

Työmaavesisuunnitelman mukaiset vesienkäsittelymenetelmät valitaan tarpeen mukaan. Suurimman tarpeen vesienkäsittelylle antavat maaperästä löydetty aineet, jotka ylittävät PIMA-asetuksen mukaiset raja-arvot.

6.1 Maaperän pilaantumisen selvittäminen

Maaperällä tarkoitetaan kaivamatonta maa-ainesta maan pinnan ja kallion välissä. Maa-alue sisältää maaperän lisäksi myös alueella olevan pohjaveden. Maaperää tai maa-aluetta pidetään pilaantuneena ja sen puhdistamista tarpeellisenä, jos sen ihmisten toiminnasta peräisin olevista haitallisista aineista aiheutuu haittaa tai merkittävä riski ympäristölle tai terveydelle alueen nykyisessä tai tulevassa käytössä. (Nikunen 2016, 14.)

Pilaantuneisuus selvitetään toimintahistorian perusteella pilaantuneeksi epäillyllä alueella tavallisimmin, kun alueen käyttö tai omistussuhteet

muuttuvat, alueelle rakennetaan tai alueella harjoitettu toiminta loppuu. Myös havainnot haitta-aineista esimerkiksi pohjavesitarkkailussa tai maanalaisia putkistoja ja säiliötä poistettaessa voivat synnyttää tarpeen selvittää alueen tila. (Nikunen 2016, 9.)

Ympäristösuojelulain pykälän 135 §:n mukaan, jos on aihetta epäillä maaperän tai pohjaveden pilaantumista, puhdistamisesta 133 §:n mukaan vastuussa olevan on selvitettävä alueen pilaantuneisuus ja puhdistamistarve. Selvitys on toimitettava valtion valvontaviranomaiselle.

Usein selvitysvastuu on tontin edellisellä omistajalla, joka on itse toiminnallaan pilannut maaperän tai pohjaveden.

6.2 Maan ainepitoisuuksien raja-arvot

Valtioneuvosto asetti vuonna 2007 asetuksen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007). Asetuksesta käytetään nimeä PIMA-asetus. se ohjeistaa 52:n eri aineen kynnys- ja ohjearvoja, joita käytetään maan pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin apuna.

Maaperän kynnysarvot on pyritty asettamaan pitoisuustasoon, jonka alittuessa maaperän haitta-aineista ei pitäisi aiheutua merkittävää pohjaveden pilaantumisen riskiä riippumatta siitä, missä tarkasteltava kohde sijaitsee tai mihin kohteesta kaivettuja maa-ainesjätteitä sijoitetaan. Kynnysarvojen asettamista varten on siksi määritetty erikseen maaperän viitearvot pohjaveden pilaantumisriskin perusteella. (Reinikainen 2007, 68.)

Nämä viitearvot (Taulukko 1) kuvaavat maaperän haitta-ainepitoisuutta, jonka alittuessa aineen kulkeutumisen pohjaveteen ei pitäisi johtaa talousvedelle asetetun sallitun enimmäispitoisuuden ylittymiseen (SVPpv) sekä pitoisuutta, jonka alittuessa maa-aineksen tulisi täyttää kaatopaikkapäätöksen (202/2006) mukaiset pysyvän jätteen liukoisuuskriteerit (SVPlk). (Reinikainen 2007, 68.)

Taulukko 2. Maan sisältämien aineiden raja-arvot pohjaveden pilaantumiselle. (Reinikainen 2007, 70).

Aine	SVP _{pv} [mg/kg]	K _d [l/kg]	RfC _{pv} [µg/l]	TDI tai CR _{oral} [µg/kg/vrk]	logKoc	RfC _{pv} :n perustana
Antimoni	4,25	85	5			STM 2000
Arseeni	10	100	10			STM 2000
Barium	420	60	700			WHO 2004
Elohopea	5	500	1			STM 2000
Kadmium	5	100	5			STM 2000
Koboltti	4,2	100	4,2	1,4		TDI
Kromi	1000	2000	50			STM 2000
Kupari	10000	500	2000			STM 2000
Lyijy	100	1000	10			STM 2000
Molybdeeni	14	20	70			WHO 2004
Nikkeli	40	200	20			STM 2000
Seleen	2	20	10			STM 2000
Sinkki	3000	200	1500	500		TDI
Vanadiini	54	200	27	9		TDI
MTBE	3,6	0,13	2700 ¹⁾	900	1,13	TDI
Bentseeni	0,0074	0,74	1		1,87	STM 2000
Tolueeni	8,6	1,2	700 ¹⁾		2,09	WHO 2004
Etylibentseeni	10	3,4	300 ¹⁾		2,53	WHO 2004
Ksyleenit (summa)	13	2,6	500 ¹⁾		2,41	WHO 2004
Antraseeni	240	199	120 ¹⁾	40	4,30	TDI
Bentso(a)antraseeni	925	6170	15	5		CR _{oral}
Bentso(a)pyreeni	0,66	6600	0,01		5,82	STM 2000
Bentso(k)fluoranteeni	17	17400	0,1		6,24	STM 2000
Fenantreeni	204	170	120 ¹⁾	40	4,23	TDI
Fluoranteeni	227	1510	15	5	5,18	CR _{oral}
Naftaleeni	11	9,6	120 ¹⁾	40	2,98	TDI
PCBt	0,95	3160	0,03	0,01	5,50	TDI
PCDD-PCDF-PCB	0,00049	4070	0,000012	0,000004	5,61	TDI
Dikloorimetaani	0,30	0,17	180 ¹⁾	60	1,22	TDI
Vinyylkloridi	0,0018	0,36	0,5		1,56	STM
Dikloorieteenit	0,12	0,66	18	6	1,82	TDI
Triklloorieteeni	0,11	1,15	10 ²⁾		2,06	STM 2000
Tetrakloorieteeni	0,26	2,6	10 ²⁾		2,42	STM 2000
Trikllooribentseenit	7,3	30	24	8	3,48	TDI
Tetraklooribentseenit	0,51	56	0,9	0,3	3,48	TDI
Pentaklooribentseeni	2,0	83	2,4	0,8	3,92	TDI
Heksaklooribentseeni	0,055	115	0,048	0,016	4,06	TDI
Monokloorifenolit	0,21	1,4	9	5	2,14	TDI
Dikloorifenolit	0,38	4,3	9	3	2,63	TDI
Triklloorifenolit	2,0	20	10 ³⁾		3,31	STM
Tetrakloorifenolit	2,0	20	10 ³⁾		3,42	STM 2000
Pentakloorifenoli	0,66	6,6	10 ³⁾		3,20	STM 2000
Atratsiini	0,0016	1,6	0,1 ⁴⁾		2,20	STM 2000
DDT	2,3	2340	0,1 ⁴⁾		5,58	STM 2000
Dieldriini	0,029	98	0,03		3,99	STM
Endosulfaani	0,013	13	0,1 ⁴⁾		3,11	STM 2000
Heptakloori	0,11	350	0,03		4,45	STM
Lindaani	0,010	9,8	0,1 ⁴⁾		2,99	STM 2000
TBT	1,1	126	0,9	0,3	4,10	TDI
TPT	2,0	219	0,9	0,3	4,34	TDI

¹⁾ Laskettu terveysperusteinen arvo juomavedessä ylittää aineen haju-/makukynnyksen.

²⁾ Tri- ja tetrakloorieteeni yhteensä.

³⁾ Tri-, tetra- ja pentakloorifenoli yhteensä.

⁴⁾ Erikseen määrittelemättömät torjunta aineet.

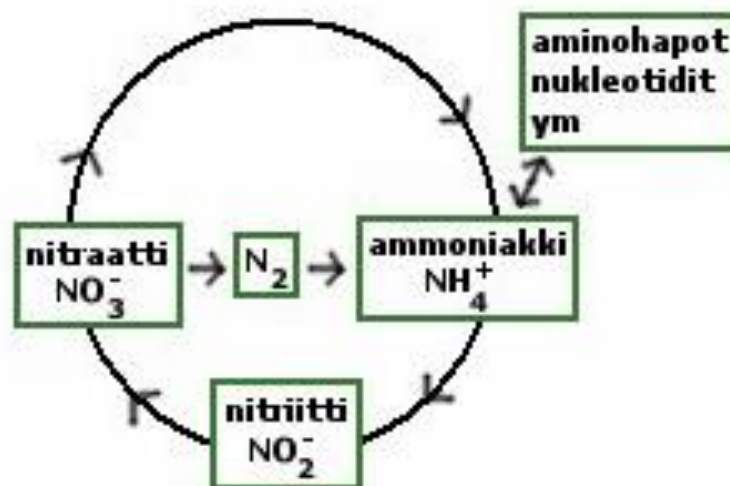
7 TYÖMAAVESIEN PÄÄSTÖT

Työmaavesien haitat ovat monenlaisia, ja ne vaikuttavat ympäristöön hetkellisinä ja pitkäaikaisina muutoksina. Työmaan ympäristöön vaikuttava kuormitus voidaan jakaa kahteen vaiheeseen, maanrakennuksen aiheuttamiin ja sen jälkeisen rakentamisen päästöihin.

Työmaan vaikutus hulevesiin alkaa, kun rakennettavalta tontilta poistetaan luonnollinen kasvusto. Kasvuston ja pintamaan poistamisella on kaksi erilaista vaikutusta vesiin. Poistettu kasvusto ja pintamaa eivät enää ime sadetta itseensä, vaan vesi jää varsinkin savisen maan päälle tai virtaa muualle. Toinen vaikutus on pintamaan eroosio, joka voimistuu kasvien poistamisella.

7.1 Ravinteet

Maaperä sisältää runsaasti typpeä sen eri muodoissa. Typpi on kasvien rakennusosa, joten kasvillisuus sisältää runsaasti sitä. Orgaanisen aineen hajoessa typpi esiintyy ammoniakkimuodossa. Maan runsaan mikrobitoiminnan ansiosta ammoniakki muuttuu hyvin nopeasti hapellisissa oloissa nitriitti- ja nitraattimuotoon. Tämän nitrifikaation tuloksena maa happamoituu vetyionien vapautuessa maahan. Typen saavuttaessa nitraattimuodon se muuttuu hyvin helposti vesiin liukenevaksi. (Hartikainen n.d., 4–10.)



Kuva 14. Typen kierto luonnossa (Suomen virtuaaliyliopisto n.d.).

Fosfori esiintyy maassa eri muodoissa typen tavoin. Fosforia voi esiintyä liuenneessa muodossa vedessä, sitoutuneena oksideihin, rakentuneena

orgaanisessa aineessa tai mineraalirakenteissa. Fosforin kyky pidäytyä reagoidessaan oksidien kanssa on suurin syy maan sisältämään fosforin määrään. Tämän ansiosta fosforia kertyy runsaasti pintamaahan, ja eroosion ansiosta sitä liukenee hulevesien mukana vesistöihin (Hartikainen n.d., 11–23).

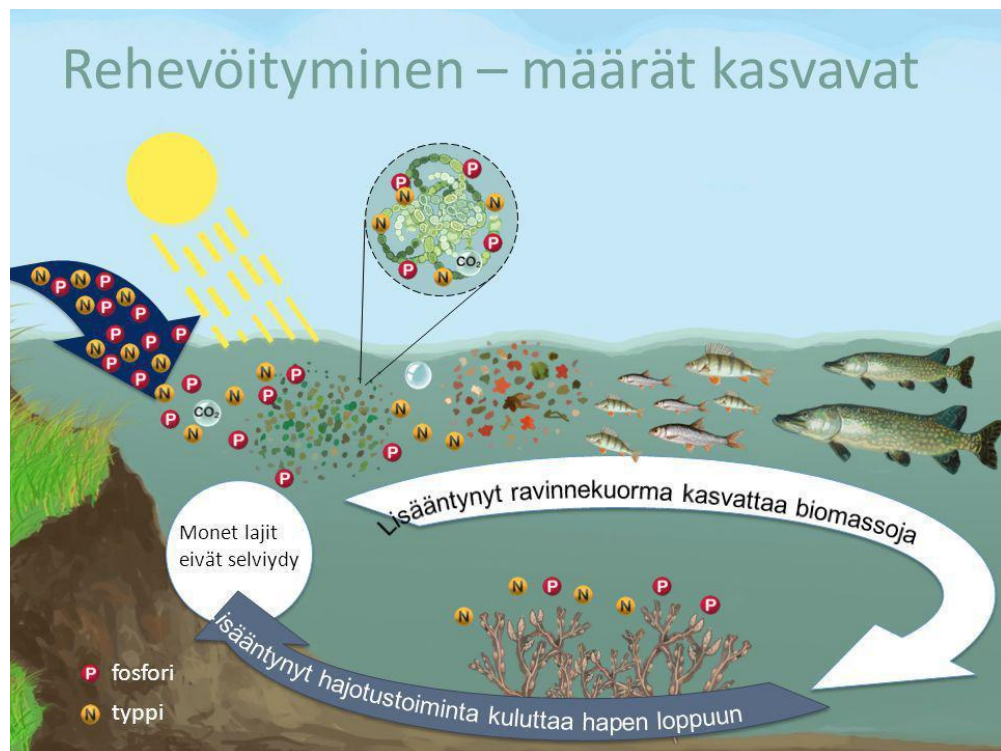
Fosforin päätyessä vesistöön se sedimentoituu vesistön pohjalle. Jos vesistö on terve ja hapellinen, fosfori ei ole haitaksi. Mikäli vesistön pohjan happipitoisuus on matala, alkaa fosforia liukenemaan veteen. (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. 2013.)

Vesistöissä fosfori ja typpi saavat aikaan runsasta rehevöitymistä, joka samentaa vesiä ja tekee muutoksia eliöiden elinympäristöön. Ravinteet lisäävät myös leväkasvustoja vesissä, jotka aiheuttavat happikatoa sedimentin yläpuolella. (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. 2013.)

Happikato on suuri syy kalalajien kuolemiseen ja roskakalojen kuten särkien määrän lisääntymiseen. Levät taas aiheuttavat veden värin muuttumista ja näkösyvyyden pienenemistä. (Suomen ympäristökeskus SYKE 2013.)



Kuva 15. Rehevöitynyt järvi (Peda.net n.d.).



Kuva 16. Rehevöityminen (Koskinen 2015).

Hätisen (2010, 12) Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan rakennustyömaan valuma-alueen typpi- ja fosforihuuhtoutumat olivat 1–3-kertaisia maatalousalueeseen, 3–5-kertaisia valmiiseen asuinalueeseen ja 10–50-kertaisia metsäalueeseen verrattuna. Tästä voidaan päätellä, että luultavasti maankaivuun ansiosta typen reagoiminen hapen kanssa lisääntyy ja nitraatin tuotto kasvaa. Suuri fosforin huuhtoutuminen taas on maankaivuusta aiheutuvan eroosion syy.

Rakennustyömaan typpipäästöjä kasvattavat räjäytystyöt. Räjäytystöissä käytetyissä räjähteissä olevasta timestä saattaa jäädä jopa 5–20 % reagoimatta riippuen siitä, onko kyseessä avo- vai maanalaissäjäytys (Halme 2016, 8). Yleisesti louhinnassa käytetty Forcitin valmistama räjähdeaine FORDYN sisältää nitroglykolia ja ammoniumnitraattia (Forcit 2015, 12).

7.2 Kiintoaine

Kiintoaine on partikkelimaista ainesta, joka voi olla eloperäistä eli orgaanista tai epäorgaanista. Epäorgaaninen kiintoaine on tyypillisesti mineraalimaa-ainesta, kuten esimerkiksi savea tai hiesua. Orgaaninen kiintoaine on kasvi- tai eläinperäistä ja voi koostua elävästä ja kuolleesta aineksesta. (Vapo 2012.)

Kiintoaine irtoaa muusta maasta eroosion takia. Luonnossa ojien ja purojen vedet irrottavat kiintoainetta ja se kulkeutuu niiden mukana. Työmailla eroosio on ihmisen toiminnasta johtuvaa. Maankaivuun takia maanpinnan

eroosio voimistuu huomattavasti (Nurminen 2015, 12). Työmaiden yhtenä suurimpana päästönä pidetäänkin irtoavaa kiintoainetta. Kiintoainetta huuhtoutuu valtavat määrät huleveden mukana pois työmaalta ojien ja hulevesijärjestelmien kautta.

Eroosion syntyyn vaikuttaa olennaisesti maanlaatu. Valuma-alueiden maaperän ollessa hienojakoista mineraalainesta (esimerkiksi hiekkaa) tulee ongelma esiin varsin näkyvästi alapuolisessa vesistössä. Savimaiden kiintoaines näkyy sameavetisinä vesinä. Turvemaiden kiintoaines puolestaan kulkeutuu kevyenä kauas alapuolisiin järvioltaisiin. Vähiten herkkiä maanlaatuja eroosiolle ovat karkeat maalajit, kuten moreenialueet. Olennaisesti eroosion luonteeseen vaikuttavat siis maalajin partikkelikoko ja ominaispaine, jonka mukaan eroosio näkyy alapuolisessa vesistössä eri tavoin. (Suomen luonnonsuojeluliitto 2010.)

Kiintoaineiden kulkeutuessa lähivesiin se laskeutuu veden pohjalle aiheuttaen sedimentaatiota. Runsas sedimentaatio kiihdyttää vesistön mataloitumista ja umpeenkasvua. (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013.) Kuten jo aikaisemmin on todettu, tämä sedimentti sisältää runsaasti fosforia.

Kiintoaineen kulkeutuessa kaupungin hulevesi- tai sekavesijärjestelmissä se aiheuttaa putkien tukkiutumista ja tulvimista. Jos putkien tukkiutuminen voidaan yhdistää viereiseen työmaahan, tulee putkien avaamiseen tarvittavat kulut myös työmaaorganisaatiolta.

Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston vuonna 2000 tehdyn tutkimuksen mukaan rakennustyömaiden kiintoainekuormitukset olivat 10–20-kertaisia maatalousalueisiin verrattuna ja 1000–2000-kertaisia metsäalueisiin verrattuna (Hätinen 2010, 12).

Mahdollisesti maanrakennuksen yhteydessä tehdyissä lämpökaivojen porauksissa syntyy runsaasti kiintoaine- ja nestepäästöjä. Porauksen tuotteena syntyy porauspölyä, johon sekoitetaan vettä. Lopputuloksena on lietettä (Ympäristöopas 2013, 35). Nämä porauksen yhteydessä syntyvät kiintoainemassat ovat yleensä mahdollista imeä suoraan tontilta pois, mutta niiden sekoittuminen hulevesiin on aina vaarana.

7.3 Betoni

Työmaan rakentamisen toisessa vaiheessa syntyvät päästöt liittyvät eri työvaiheista syntyviin jätteisiin ja työvaiheisiin liittyviin toimintoihin. Betonin käyttö on suuressa osassa kaikkea rakentamista. Betoni luokitellaan ongelmajätteeksi, koska sen sisältämät lisäaineet voivat olla erilaisia kemikaaleja, jotka ovat ympäristölle haitallisia. Betonitöiden ohessa nämä kemikaalit ovat vaarassa levitä työmaan vesien kautta ympäröivälle alueelle.

Pulkkisen (2013) artikkelin mukaan betonin lisäaineena käytetyn lentotuhkan seosaineena käytetään arseenia, mikä on myrkyllinen alkuaine. Betonin lisäaineena käytetään myös 1,4-dioksaania, joka on ihmiselle myrkyllinen, hajoaa hitaasti luonnossa ja jonka on todettu paikoin saastuttaneen pohjavesiä. Betonin valmistajilla ei kuitenkaan ole velvollisuutta ilmoittaa kaikkia betonin sisältämiä aineita, joten sen sisältämien aineiden vaikutusta ympäristöön on mahdotonta kuvailla.

Betonia kulkeutuu helposti rakennustyömaalta hulevesien mukana. Betonivalut suoritetaan yleensä huolellisesti muotissa, mutta betoniauton ja pumpun pesu on vaihe, jossa kemikaalit päätyvät vesiin. On hyvinkin tyyppillistä, että päivän valujen jälkeen ylijäävät betonit lasketaan mihin sattuu ja koko auton perä pestään siihen tarkoittamattomalla paikalla.

7.4 Metallit

Työmaalla säilytetään usein erilaisia metalleja, joita käytetään rakentamiseen. Usein käyttökohteet ovat katto- ja julkisivurakenteet, joissa metalli on pintamateriaalina. Metallien säilytys työmaalla vaikuttaa niiden pääsemiseen kosketuksiin vesien kanssa ja näin huuhtoutumiseen vesistöihin.

Huleveden ominaisuudet, kuten happamuus, sähkönjohtokyky ja lämpötila, vaikuttavat hulevesissä esiintyvien aineiden olomuotoon, mutta myös eri aineet vaikuttavat ko. parametreihin. Esimerkiksi rikin ja typen oksidit happamoittavat vesiä ja voivat siten alentaa hulevesien pH:ta. pH:n lasku puolestaan johtaa yleensä siihen, että osa raskasmetalleista esiintyy hulevesissä liuenneessa muodossa. (Hätinen 2010, 5.)

Kiintoaineeseen sitoutuneena kulkeutuu paljon muita haitta-aineita, kuten valtaosa fosforista ja metalleista. Mm. lyijy, rauta, alumiini ja kromi ovat hulevesissä pääasiassa partikkeleihin sitoutuneita metalleja. Liukoissa muodossa usein esiintyviä metalleja ovat mm. sinkki, kadmium ja kupari. Hulevesissä esiintyvät metallit ovat merkittäviä haitta-aineita niiden myrkyllisyyden ja pysyvyyden vuoksi. (Hätinen 2010, 6.)

Kiintoaineen kulkeutuessa vesistön pohjasedimenttiin se ei suoraan aiheuta vaaraa eliöille. Pohjaveden ollessa hapanta sitoutuneet raskasmetallit muuttuvat lionneeseen muotoon ja ovat näin myrkyllisiä eliöille. Veden ollessa suolaista tai hapetonta se johtaa metallien liukenemisen vähenemiseen. (Ympäristöhallinto n.d.)

7.5 Öljyt

Työmaalla eri koneiden käytössä käytetään monenlaisia öljyjä, joilla on aina vaarana valua maaperään ja pintavesiin. Eri öljytyypit käyttäytyvät eri lailla päästessään kosketuksiin pintavesien kanssa.

Taulukko 3. Eri öljytyypit ja niiden käyttäytyminen vedessä (Kantonen 2018).

Hyvin kevyet öljyt (kerosiini, bensiini)	Kevyet öljyt (diesel, kevyet raakaöljyt)
Haihtuvat nopeasti	Leviävät pintaa pitkin
Paljon myrkyllisiä liukenevia yhdisteitä	Haihtuvat suhteellisen tehokkaasti
Vakavia paikallisia vaikutuksia eliöille	Jonkin verran myrkyllisiä (liukenevia) yhdisteitä
Puhdistaminen mahdotonta	Puhdistaminen tehokasta
Keskiraskaat öljyt (raakaöljyt)	Raskaat öljyt (raskaat raakaöljyt)
Leviävät pintaa pitkin	Painuvat myös pinnan alle
Kolmasosa haihtuu	Eivät haihdu
Vaarana tahrata ympäröivää aluetta ja eliöitä	Tahriintuminen runsasta
Puhdistaminen tehokasta, jos toimitaan nopeasti	Puhdistaminen vaikeaa

Työmaalla olevista koneista voi tippua öljyä maahan töiden ohessa. Hydrauliikkaletkujen irrotessa tai mennessä rikki voivat vuodot olla suuriakin. Öljyä voi tippua käytännössä mistä vain koneesta, joka sitä käyttää voiteluun tai paineistukseen. Suuria koneita käytetään läpi työmaan eri tehtäviin, joten vahinko voi sattua missä tahansa työmaan vaiheessa.



Kuva 17. Porauslaitteen öljypäästöt (Uurtamo 2011, 14).

Työmaalla yleisimmin käytetyt öljyt ovat hydrauliikkaöljyt ja diesel.

7.6 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteitä eli polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä syntyy epätäydellisen palamisen seurauksena fossiilisia polttoaineita poltettaessa teollisuudessa ja liikenteessä sekä metsäpaloista. Ne kulkeutuvat pieninä hiukkaina ilmakehän virtausten mukana, ja siksi ne ovat luonnossa kaikkialle levinneitä haitallisia aineita. (Evira 2017.)

Monet polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) ovat karsinogeenisiä. Runsaasti PAH-yhdisteitä sisältävää kivihiilipikeä on käytetty kosteuden- ja vedeneristeenä vanhoissa rakennuksissa etenkin kellarikerrosten lattiarakenteissa, muuratuissa seinissä ja tiilisaumoissa erityisesti vuosina 1890–1950. Kivihiilipikeä on käytetty myös muuratuissa välipohjissa, uima-altaissa, pihojen kansirakenteissa ja ulkoilmassa olevissa lattia- ja perusrakenteissa. Kivihiilipiki on tummaa, ja sillä on voimakas pistävä haju (kylästetyn puun tai ratapölkyn haju). (Ositum.)

7.7 PCBt ja dioksiinit

Polyklooratut bifenyylit eli PCB-yhdisteet ovat bifenyylin klooraustuotteita, joita alettiin valmistaa 1920-luvulla. PCB-valmisteet ovat eriasteisten bifenyylin kloori-isomeerien sekoituksia, joita on yli 200 erilaista. PCB-yhdisteiden valmistus länsimaissa lopetettiin 1970-luvulla, koska niiden todettiin kerääntyvän ympäristössä ja olevan haitallisia. (Ositum.)

Dioksiinit ovat yhteisnimitys monille kemikaaleille, joihin kuuluu polykloorattuja dibentso-p-dioksiineja (PCDD-yhdisteitä), polykloorattuja dibentsofuraaneja (PCDF-yhdisteitä) ja eräitä ns. dioksiininkaltaisia polykloorattuja bifenyylejä (PCB-yhdisteitä). Kaikilla niillä on samanlaisia vaikutuksia, jotka tosin voivat olla voimakkuudeltaan hyvin erilaisia. (Ympäristöterveys 2017.)

PCB-yhdisteitä on käytetty muun muassa erilaisissa saumausmassoissa, taasoitteissa, liimoissa, pinnoitteissa, eristeissä ja maaleissa. PCB-pitoisia maaleja on käytetty varsinkin teollisuusrakennuksissa, joissa maaleilta vaaditaan tarttuvuutta ja korroosionkestoa. Lisäksi PCB-pitoisia maaleja esiintyy yleisesti kellareiden, portaikkojen ja seinien betonipinnoilla. (Ositum.)

8 TYÖMAAN PÄÄSTÖIHIN VAIKUTTAVAT ASIAT

8.1 Maa-aines ja kasvillisuus

Kuten aikaisemmin jo todettiin, kiintoaineksen kulkeutuminen työmaalta on yksi suurimmista työmaiden päästöistä vesiin. Kiintoaineksen irtoamiseen veden mukaan eli vesieroosioon vaikuttaa usea seikka, kuten työmaalla olevat maalajit, pintamaan kasvillisuus, maan kaltevuus ja veden virtausnopeus. Jokaisella maalajilla on oma rajanopeutensa, joka vastaa sen herkkyyttä irrota veden mukaan. (Leinonen 2012.)

Taulukko 4. Eri maalajien rajanopeudet ja maalajien suositellut kaltevuudet ojassa (Leinonen 2012).

valuma- alue ha	Lajite									Keskiyli- virtaama HQ l/s
	Savi	Hiesu	Hieta	Hieno hiekk	Karkea hiekk	Hieno sora	Karkea sora	Maat. turve	Maatum. turve	
	m/100 m									
10	2,00	0,70	0,40	0,40	0,90	5,00	26,90	1,50	5,00	0,021
25	0,95	0,34	0,22	0,22	0,42	2,50	11,65	0,60	2,50	0,053
50	0,52	0,17	0,12	0,12	0,25	1,30	6,05	0,34	1,30	0,105
100	0,30	0,10	0,07	0,07	0,13	0,70	3,50	0,15	0,70	0,210
150	0,21	0,07	0,05	0,05	0,09	0,50	2,35	0,12	0,50	0,315
200	0,17	0,06	0,04	0,04	0,08	0,35	1,80	0,10	0,35	0,420
300	0,13	0,05	0,04	0,04	0,06	0,27	1,30	0,08	0,27	0,630
raja- nopeus m/s	0,6	0,4	0,35	0,35- 0,45	0,45- 0,8	0,8- 1,4	1,4- 2,3	0,5	0,8	

Taulukosta 4 voidaan päätellä, että hiesu, hieta ja hieno hiekka ovat rajanopeutensa perusteella herkimpiä maalajeja vesieroosiolle.

Vesieroosion määrään voidaan vaikuttaa säilyttämällä mahdollisimman paljon tontilla luonnostaan olevaa tai istutettua kasvustoa. Imeyttämällä hulevedet ympäröivään maaperään estetään pintavalunta ja rajoitetaan sen tuottama eroosio ja haitat. (Hakola 2011, 32.)

Erityisen tehokasta hulevesien kannalta on kerroksellinen kasvillisuus. Tällöin kasvimassan määrä on suuri, jolloin imevää ja haihduttavaa pintaa on paljon. Juuriston määrä on myös suuri, mikä pitää kasvualustan huokoisena ja huokoinen kerros on laaja, jolloin veden imeytyminen maahan on tehokasta. Suuri juuristomassa hyödyntää vettä tehokkaammin kuin yksit-

täiset kasvit tai kasviryhmät. Kerroksellinen kasvillisuus merkitsee käytännössä, että samassa tilassa kasvaa puita, joiden alla on pensaita ja näiden alla on aluskasvillisuutta kuten peittoperennaa. (Hakola 2011, 25.)

8.2 Sadanta

Työmaalla tapahtuvan sateen määrä vaikuttaa syntyvien hulevesien määrään ja mahdollisesti myös pois pumpattavan veden määrään. Sadannasta kertyvän veden määrään vaikuttaa työmaan kokonaispinta-ala ja mahdollisesti työmaan ulkopuolelta valuvat hulevedet.

Veden kertymiseen materiaalien/maalajin pinnalle vaikuttaa sille omainen valumakerroin. Turun työmaavesiohjeen mukaan työmaille tyypillinen valumakerroin on 0,5.

Taulukko 5. Valumakertoimet pinnan laadun mukaan (Hakola 2011, 30).

Pinnan laatu	Valumakerroin
Katto	0,90
Betoni ja asfaltti	0,80
Tiivissaumainen kiveys	0,80
Kiveys hiekkasaumoin	0,70
Hyväkuntoinen soratie	0,50
Nurmetettu luiska	0,50
Paljas laakeahko kallio	0,40
Sorakenttä ja -käytävä	0,30
Puistomainen piha	0,20
Puisto, runsaasti kasvillisuutta	0,15
Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen tiheäkasvuinen metsä	0,05

Jos halutaan tietää tietyllä aikavälillä syntyvät vesimassat, voidaan käyttää seuraavia kaavoja sen laskemiseen.

Mitoitusvirtaama määritellään yksinkertaisimmillaan kaavalla:

$$Q = C * i * A \quad (1)$$

jossa Q [l/s] on mitoitusvirtaama, C valumakerroin, i [l/(s*ha)] mitoitusasteen keskimääräinen intensiteetti ja A [ha] valuma-alueen pinta-ala.

Vastaavasti huleveden määrä eli tilavuus määritellään kaavalla:

$$V = (C * i * A * t) / 1000 \quad (2)$$

jossa V [m³] on hulevesien määrä eli tilavuus, t [s] mitoitusasteen kesto aika ja muut tekijät ovat samoja kuin kaavassa 1.

Huleveden määrä voidaan määrittää myös sademäärän avulla, jolloin käytetään kaavaa:

$$V = (C * P * A) * 100 \quad (3)$$

jossa V [m³] on hulevesien määrä eli tilavuus, P [mm] sademäärä ja muut tekijät ovat samoja kuin kaavassa 1.

Kuva 18. Hulevesien määrän laskemiseen käytetyt kaavat (Kuntaliitto 2012).

Liitteessä 3 on laskettu esimerkki työmaalla syntyvien hulevesien määrästä.

8.3 Pohjavesi

Pohjavesi on vesikerros, joka täyttää maaperässä olevat huokostilat. Pohjavettä voi esiintyä vapaana pohjavetenä, paineellisena pohjavetenä tai orsivetenä. Pohjavettä hyvin johtavaa kerrosta kutustaan akviferiksi. Suomessa pohjavettä esiintyy yleisimmin huokoisissa ja karkearakeisissa sora- ja hiekkamaissa. Tyypillinen pohjaveden korkeus Suomessa on noin 2–4 metrin syvyydellä. (Asheesh 2015, 3 & 14.)

Vapaa akviferi tarkoittaa tilannetta, jossa pohjaveden yläpinnan sijaintia ei rajoita huonosti vettä johtava kerros, vaan vedenpaine on yhtä suuri kuin ilmakehän paine. Paineellinen akviferi on kahden vettä läpäisemättömän kerroksen sisään rajoittunut pohjavesi, jossa veden paine on suurempi kuin ilmakehän paine. Paineellista pohjavettä esiintyy yleensä harjujen liepeillä saven salpaamana. (Asheesh 2015, 14.)

Työmaalla perustusvaiheessa on siis täysin mahdollista osua pohjaveteen, mikäli työskennellään pohjavesialueella. Savimailla on mahdollista, että tapahtuu äkillisiä vedenpurkautumia, jos ohuen savikerroksen puhkoutuessa paineenalainen pohjavesi pääsee tulvimaan.

8.4 Alueen viemärirakenne

Työmaan alueella sijaitseva viemäriverkosto vaikuttaa työmaavesien viemärointiin. Yleisesti puhtaana pidetyt vedet on laskettu alueen hulevesiviemäriin, josta vedet ovat lopulta päätyneet johonkin lähivesistöön.

Helsingin kantakaupungin alueella on käytössä ainoastaan sekaviemärinti, mikä tarkoittaa sitä, että sekä hule- että jätevedet lasketaan samaan paikkaan. Helsingin viemäreistä vain noin 6 % on enää sekaviemäriä. (HSY 2016.)

Alueilla, joilla on käytössä ainoastaan sekavesiviemärit tai hulevedet johdetaan suoraan jätevesiviemäriin, voivat viemärit tulvia ylikuormittuessaan. Hulevesien ohjaaminen oikeaan paikkaan on erittäin tärkeää, sillä ne ovat ongelma päätyessään jätevesiviemäriin. Jos hulevesiä johdetaan jätevesiviemäriin, rankkasateella tai lumen sulamisaikaan viemäri täyttyy liikaa, jolloin se ei vedä ja syntyy ylivuoto. Jätevesi virtaa tällöin viemäristä lähivesistöön tai jopa kiinteistöjen kellareihin. Vesistössä puhdistamaton jätevesi voi aiheuttaa uimaveden likaantumista tai pahimmillaan kalakuolemia. (HSY 2014.)

Jätevesiviemäriin johdettu hulevesi päättyy turhaan jätevedenpuhdistamolle, vaikka se olisi riittävän puhdasta ohjattavaksi maahan tai vesistöön. Huleveden puhdistaminen jätevedenpuhdistamossa heikentää varsinaisen jäteveden puhdistustuloksia sekä kuluttaa energiaa ja kemikaaleja. Viime kädessä tämä näkyy kuluttajan vesilaskussa. (HSY 2014.)

9 TÄLLÄ HETKELLÄ TYÖMAILLA KÄYTETYT MENETELMÄT

9.1 Turku, Linnanfältin työmaa

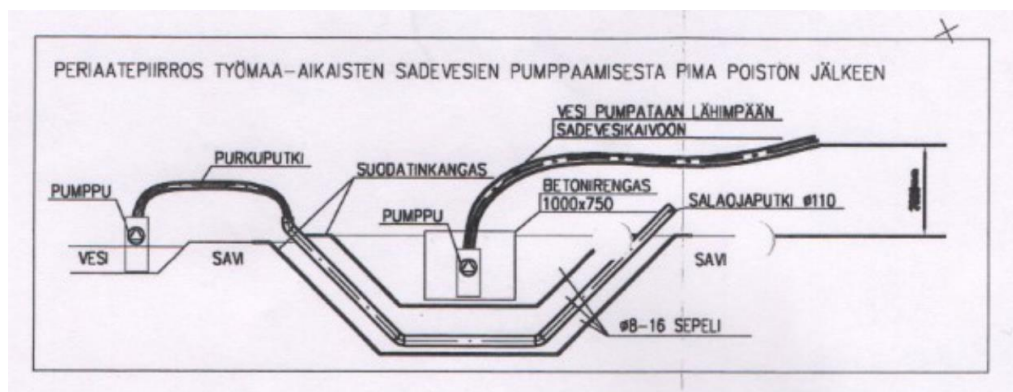
Kävimme työmaavierailulla Turun Linnanfältin työmaalla. Työmaa oli NCC:n ensimmäinen työmaa Turun alueella, jossa vaadittiin työmaavesisuunnitelmaa, vaikka alue ei ollutkaan pohjavesialuetta. Kohde oli perustusvaiheessa oleva korttelityömaa.

Työmaaorganisaatiolle oli huomautettu työmaan alkuvaiheessa, että vuoden 2018 alusta alkaen kaikilta Turun alueen työmailta vaadittaisiin työmaavesisuunnitelmaa ja että heidän työmaansa valittaisiin pilottikoh-

teeksi. Työmaa oli aloitettu 9/2017. Työmaan maa-aines oli luokiteltu pilaantuneeksi, minkä takia maata oli poistettu koko tontin alueelta saveen asti.

Työmaalta vaadittiin hulevesienkäsittelysuunnitelmaa maanrakennuksen aikaiselta toiminnalta. Pilaantuneiden maiden poiston jälkeen työmaalle ei ollut annettu vaatimuksia seurata vesien laatua tai ottaa näytteitä.

Työmaan vastaava mestari antoi ohjeistuksen maarankentajalle, joka kehitti työmaalle menetelmän kiintoaineen erottamiselle hulevesistä. Menetelmänä käytettiin rakennetta, joka asetettaisiin työmaan alimpaan kohtaan, johon hulevedet luonnollisesti laskeutuvat.



Kuva 19. Leikkauskuva käytetystä kiintoaineen käsittelymenetelmästä (Kantonen 2018).

Rakenne koostui kuopasta, joka peitettäisiin suodatinkankaalta. Tämä ensimmäinen suodatinkangaskerros laitettiin savimaata vasten estämään saven sekoittumisen hulevesiin. Kahden suodatinkangaskerroksen sisään asetettiin sepelikerros, jonka sisällä oli salaojaputki. Sepelikerros toimii suodattimena huleveden kiintoainekselle, josta vesi vähitellen suodattuu rakenteen keskellä sijaitsevaan rei'itettyyn, pystyssä olevaan salaojaputkeen. Suodattunut hulevesi pumpattiin lopuksi lähimpään sadevesiviemäriin.

Maanrakentajan mukaan rakenne ei juurikaan tarvinnut huoltoa, sillä saveen kerääntynyt vesi oli suhteellisen kirkasta, eikä irtoava kiintoainemäärä ollut kovinkaan suuri.

Kiintoaineen kerääminen talteen hulevesistä vähentää sadevesiviemäriin kohdistuvaa kuormitusta, ja todennäköisemmin välttää putkien tukkiutumiselta. Rakenteen tekeminen ei koitunut kovinkaan kalliiksi, sillä siihen käytettiin työmaalta hyvin usein löytyviä materiaaleja kuten sepeliä, salaojaputkea ja suodatinkangasta. Pumput oli vuokrattava, mikäli niitä ei löytynyt omasta takaa.

9.2 Pori, Satakunnan AMK:n työmaa

Vuoden 2017 alkupuolella valmistuneella SAMKin työmaalla käytettiin Maanrakennus Mykrä Oy:n laskeutusallasta vesien puhdistamiseen. Työmaalla oli tilanne, jossa pohjaveden korkeutta jouduttiin laskemaan pumpaamalla maanrakennuksen ajan. Porin vesi vaati, että pumpattua vettä ei saa laskea suoraan hulevesiviemäriin sen korkean kiintoainepitoisuuden takia.

Maanrakennus Mykrä Oy:n ratkaisuna oli heidän kuorma-autonsa lavasta tehty laskeutusallas.



Kuva 20. Kuorma-auton lavaan tehty laskeutusallas (Lammela 2018).

Vedet pumpattiin lavalle pohjavesipumpulla sitä mukaa, kun vettä kertyi maan pintaan.

Lavan mitat olivat seuraavat: pituus 5,6 m, leveys 2,1 m ja korkeus 1,5 m, joten tilavuudeksi saadaan $17,64 \text{ m}^3$. Teoriassa lavan olisi tullut pystyä viivyttämään n $17,6 \text{ m}^3$ vettä ennen sen laskemista hulevesiviemäriin.



Kuva 21. Lavaan tehty väliseinä (Lammela 2018).

Vesi pumpattiin kuvassa oikeanpuoliselta osalta sisään reunan yli, ja se kiersi väliseinän ja pääsi letkua pitkin reiästä pois. Väliseinän tehtävä rakenteessa oli lisätä veden virtauksen matkaa ja näin olleen tehostaa hiukasten laskeutumista.

9.3 Helsinki, Fredriksbergin työmaa

Helsingin Vallilaan rakennettavan toimitilarakennuksen tontille oli suoritettu vuoden 2016 ja 2017 vaihteessa pilaantuneen maan poisto. Tonttina toimi vanha VR:n käyttämä konepaja, jonka tontti oli vuosien saatossa saastunut pahasti ja maa-aines oli käytännössä mustaa.

Tontilta kaivetuista näytteistä mitattiin muun muassa enimmillään 2259 mg/kg kokonaishiilivetyä, ja PAH-yhdisteiden summapitoisuus oli 580 mg/kg. Raskasmetalleista alemmat ohjearvot ylittäviä olivat lyijy (enint. 1300 mg/kg) kupari (enint. 671 mg/kg), sinkki (enint. 1400 mg/kg) ja antimoniumia (enint. 100 mg/kg). Tontilta poistettiin muun muassa yli 30 tonnia ratapölkkyä ja kyllästettyä puuta ja yli 105 tonnia kyllästämätöntä puuta. Lisäksi tontilta poistettiin yhteensä noin 500 tonnia erilaista betonijätettä.



Kuva 22. Kaivannosta pumpattava vesi (Valtonen 2018)

Pilaantuneen maan poiston jälkeen kaivantoon kerääntyneestä vedestä otettiin näytteet, joista löytyi pieniä määriä hiilivetyjä ja PAH-yhdisteitä. Vesi oli jo pelkästään silmämääräisesti likaista. HSY vaati veden käsittelemistä ennen sen laskemista viemäriin. Vesi käsiteltiin maanrakentajan toimittamalla hiekan- ja öljynerottimella ennen sekavesiviemäriin laskemista.

Veden erotinjärjestelmät oli asetettu aivan ponttiseinän viereen Aleksis Kiven kadun puoleiselle kujalle. Paikka oli erinomainen, koska se ei ollut muiden töiden tiellä ja sekavesiviemäri sijaitsi vain muutaman metrin päässä.



Kuva 23. Hiekan- ja öljynerottimen ketju ennen sekavesiviemäriin laskemista (Valtonen 2018).

Vedestä otettiin näyte kerran viikossa. Näytteistä analysoitiin öljyhiilivedyt, raskasmetallit, PAH-yhdisteet, helposti haihtuvat yhdisteet ja kiintoaines. Näytteiden analyysitulokset ja pumpatun veden määrä ilmoitettiin HSY-vedelle. Vettä pumpattiin yhteensä noin 940 kuutiota maanrakennuksen aikana.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työmaavesien hallintaan liittyvät menetelmät määräytyvät tarpeen mukaan. Tarpeen määräävät maaperän selvityksen mukaiset haitta-aineet ja niille tyypilliset käsittelymenetelmät ja pohjavesialueen sijainti. Lisäksi työmaan riskianalyysin mukaiset työvaiheet voivat tuoda tarvetta erilaisille vesienkäsittelymenetelmille.

Lähes jokaiselta työmaalta syntyy vähintään kiintoaine- ja ravinnepäästöjä, jotka sekoittuvat hulevesiin maanrakennusvaiheen aikana. Usein nämä hulevedet menevät kuitenkin käsittelemättöminä hulevesiviemäriin. Ongelmana on ravinteiden suodattaminen pois vedestä tehokkaalla menetelmällä, jota olisi helppo käyttää työmaalla. Työmaaorganisaatioiden tulisi miettiä keinoja näiden päästöjen torjumiseen, vaikka kaupunki ei sitä erityisesti vaatisikaan.

Työmaan maaperän ominaisuudet vaikuttavat paikan päällä syntyviin hulevesiin. Säilyttämällä mahdollisimman paljon tontilla esiintyvää kasvustoa voidaan vähentää pois johdettavien hulevesien määrää. Puut, pensaat ja pienkasvit pystyvät käsittelemään huomattavia määriä vettä. Lisäksi työmaa-alueen turhaa maan tiivistystä tulisi välttää, jotta maan luonnollinen vedenimukyky säilyisi.

Työmaan hulevedet eivät kuulu jätevesiviemäriin, mikäli ne ovat riittävän puhtaita hulevesiviemäriin laskettavaksi, ja jätevedet eivät taas kuulu hulevesiviemäriin. Pois pumpattavan veden laatua on seurattava, jotta vältetään lisäkustannuksilta, joita voivat olla väärään viemäriin veden laskeminen tai ympäristön pilaamisesta johtuvat sakot.

Liitteessä 2 on tehty NCC:n työmailla käytettävään ympäristösuunnitelmaan muutama vesien hallintaan liittyvä lisäys.

10.1 Luonnollinen viivytyks ja imeytys

Optimaalisin tilanne työmaalla olisi, jos siellä muodostuvat vedet olisi mahdollista ohjata jo ennestään lähistöllä sijaitsevaan luonnolliseen viivytyks- tai imeytysalueeseen, jossa vedessä olevat aineet suodattuisivat pois. Tällainen alue voisi olla luonnollinen kosteikko, jossa veden on mahdollista viipyä ja puhdistua samanaikaisesti.

Menetelmällä mahdollistettaisiin lähivesien puhtaanapito, sillä kosteikossa veden sisältämät kiintoaineet sedimentoituisivat altaan pohjalle ja rehevöitymistä aiheuttavat ravinteet sitoutuisivat kosteikon kasvistoon.

Kosteikon käyttäminen vaatisi työmaaveden sisältävän ainoastaan kiintoaine- ja ravinnepäästöjä, jotka ovat peräisin maa-aineksesta. Mikäli työmaavesissä olisi havaittu näytteenotossa joitain eliöille vaaraa aiheuttavia aineita, kuten öljyhiilivetyjä, ei kosteikkoa voisi käyttää.

Työmaan päättymisen jälkeen olisi suositeltavaa tyhjentää kosteikko sedimentistä, jota mahdollisesti olisi kertynyt runsaasti työmaavesistä. Todennäköisesti kaupunki vaatisi urakoitsijaa korvaamaan tyhjennyksestä syntyneet kulut.

Hulevesien suunnittelu otetaan hyvin huomioon uusien alueiden asemakaavoituksessa. Ehkä kaavoituksessa voitaisiin ottaa huomioon alueen rakentamisen aikana syntyvät työmaavedet ja niiden käsittely.

10.2 Laskeutus

Eri kaupunkien työmaavesiohjeissa suositellaan maahan kaivettua laskeutusallasta, johon työmaan vedet laskeutuisivat luonnollisesti painovoiman ansiosta. Tällaisen laskeutusaltan tekeminen työmaalle voi olla ongelmallista useasta syystä.

Työmaan pinnan muodot eivät välttämättä anna mahdollisuutta ohjata läheskään kaikkia vesiä samaan suuntaan tekemättä vesille reittejä. Veden valuminen pitkien tonttien voi häiriintyä helposti työmaalla liikkuvien koneiden takia. Veden valuminen tontin läpi myös aiheuttaa varmasti vesierosiota, minkä johdosta laskeutusallas voi täytyä nopeasti kiintoaineesta ja sen puhdistustarve lisääntyy.

Toisaalta vesien ohjaaminen yhteen paikkaan kaadoilla voi estää lammikoiden syntymistä niille haluamattomiin paikkoihin ja näin pitää muun alueen kuivempana. Allas voi toimia tehokkaasti oikean paikan löydyttyä, mutta pääasiallisesti sen sijoittaminen ahtaille työmaille tuottaa vaikeuksia.

Toinen, jo toimivaksi todettu menetelmä, on veden pumppaaminen kivantoon kertyvästä lammikosta suoraan hiekanerotinsäiliöön tai lavalle tehtyyn siirrettävään laskeutusaltaaseen. Hiekanerotinsäiliö perustuu myös kiintoaineen laskeutumiseen, mutta sen etuna on pienempi tilan tarve ja mahdollisuus sen liikuttamiseen työmaalla.

Laskeutusallas erottaa vedestä suhteellisen tehokkaasti kiintoaineen. Menetelmä on tehokas veden puhdistuskeino, koska kiintoaineeseen on usein sitoutuneena paljon muitakin aineita, mitkä aiheuttavat rehevöitymistä vesistöissä. Tärkeintä laskeutusmenetelmän käytössä on sen säännöllinen puhdistaminen tehokkuuden ylläpitämiseksi ja sen toimiva sijoitus työmaalla.

10.3 Työmaavesien huomioiminen riskianalyysissä

Työmaalla tehtävään riskianalyysiin kootaan erilaiset riskitekijät, joita syntyy hankkeen eri vaiheista, kuten esimerkiksi työvaiheista, hankinnoista ja muista työmaan toiminnoista. Perusteellinen riskianalyysi voisi auttaa huomioimaan vesiin liittyviä riskejä, joita työmaalla voi tulla eteen.

Esimerkkejä havainnoista voisivat olla

- työmaavesien vaikutus mahdollisiin herkkiin lähivesiin
- pohjaveden korkeusasema ja maaperä
- viemäreiden tukkiutuminen
- betonautojen pesu
- lumen sijoittaminen
- kemikaalivahingot.

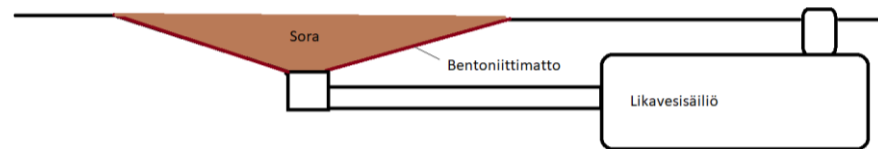
Riskianalyysissä havaitut, vesiin kohdistuvat päästöt ja muut riskit auttaisivat työmaakohittaisen työmaavesisuunnitelman laatimisessa ja sen tarpeen havaitsemisessa.

10.4 Betonautojen pesu

Betonautojen ja pumppujen pesu työmaalla aiheuttaa maan likaantumista, minkä takia autojen pesua varten tulisi olla oma pesupaikka. Erityisesti betonipumpun pesemisestä syntyy useita kymmeniä litroja likavettä. Usein työmailta puuttuu tila pesupaikan rakentamista varten, jolloin auto pestään keskellä työmaata ja työmaan maa-aines liettyy ja saastuu.

Mikäli mahdollista, tulisi työmaalle rakentaa pesupaikka ennen betonitöiden alkua. Pesupaikan tulisi sijaita pääajoreitin sivussa, josta sitä on helppo käyttää ja josta se ei ole liikenteen tiellä. Lisäksi paikan puhdistus ja tyhjennys tulisi olla mahdollista suorittaa ilman suurempia toimenpiteitä.

Esimerkkinä pesupaikan rakenteelle voisi olla maahan kaivettu kuoppa, joka on eristetty vettä läpäisemättömällä materiaalilla, kuten bentoniittimatolla. Maton reunoilta olisi kevyt kaato keskelle, jossa olisi kaivo tai viemäriputki, joka johtaisi välisäilytysastiaan. Maton päälle tulisi kerros soraa, joka toimisi suodatinkerroksena pesuvedelle.



Kuva 24. Betoniauton pesupaikka (Kantonen 2018).

Sora olisi helppo vaihtaa muutaman pesun jälkeen kaivinkoneella. Säiliön tyhjennys olisi mahdollista tilata tehtäväksi tietyn väliajoin pesupaikan käytön mukaan. Sora-alueesta ei tulisi tehdä liian suurta, jotta se voidaan peittää helposti sateen ajaksi.

LÄHTEET

Asheesh, M., Kaipainen, & Leiviskä, (2015). Pohjavesi, Suomen maaperä. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakentamistekniikka. Haettu 12.3 osoitteesta http://oamk.fi/~mohamedamateriaali16/Rat%202016V%201/vesitekniikka%202016/3_Pohjavesi.pptx

Euroopan aluerahasto (n.d.). Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito. Haettu 25.1.2018 osoitteesta http://www.ymk-projektit.fi/suunnitteluopas/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf

Evira. (2017). PAH-YHDISTEET. Haettu 5.3.2018 osoitteesta <https://www.evira.fi/yhteiset/vierasaineet/tietoa-vierasaineista/pah-yhdisteet/>

Hakola, J. (2011). Hulevesien luonnonmukainen hallinta. Opinnäytetyö. Maisemasuunnittelun koulutusohjelma. Novia yrkeshögskolan. Haettu 6.3.2018 osoitteesta http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/27752/Jaana_Hakola.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Halme, T. (2016). Räjätystöiden typpipäästöt. Oy Forcit Ab. Haettu 2.1.2018 osoitteesta https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/infra-akatemia/louhintapaivat-2016/halme_typpipaastot.pdf

Hartikainen, H. (n.d.). Maan kasvukunto. Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos. Helsingin yliopisto. Haettu 20.12.2017 osoitteesta <http://www.ym-paristo.fi/download/noname/%7B97BC4542-CF46-40F5-81CF-B0F266330A89%7D/55834>

Helsingin kaupungin rakennusjärjestys (2010). Helsingin kaupunki: Rakennusvalvontavirasto. Haettu 22.12.2017 osoitteesta <https://www.hel.fi/static/rakvv/Rakennusjarjestys.pdf>

HSY (2014). Hulevesiesite. Haettu 15.12.2017 osoitteesta https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Hulevesiesite_2014.pdf

HSY (2016). Vesihuoltoverkostot. Haettu 7.3.2018 osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/kodinvesiasiat/vesihuoltoverkostot/Sivut/default.aspx>

HSY (2017) HELSINGIN SEUDUN YMPÄRISTÖPALVELUT -KUNTAYHTYMÄN HSY:N TYÖMAAVESIOHJE. Haettu 14.12.2017 osoitteesta <https://www.hsy.fi/fi/yhteisollejayritykselle/vesihuolto/Documents/tyomaavesiohje.pdf>

Härmä, E. (n.d.). Rehevöitynyt ranta. Haettu 12.3.2018 osoitteesta https://peda.net/yhdistykset/bmol-ry/koulutus/evy/yhteinen_ymparisto/rehev%C3%B6ityminen/kuvamappi2/kuvamappi/rriikkr:file/download/bc2d8dcc5dffe984eb82c5ade09ee062917cd19b/Rehev%C3%B6itynyt%20ranta.JPG

Hätinen, N., Setälä, H., Sillanpää, N., & Valtanen M. (2010). Hulevesien imeyttäminen ja suodattaminen: haitta-aineet ja menetelmät. Helsingin yliopisto, ympäristölaitos. Haettu 18.12.2018 osoitteesta https://www.researchgate.net/profile/Nora_Sillanpaa/publication/230854077_Hulevesien_imeyttäminen_ja_suodattaminen_haitta-aineet_ja_menetelmat/data/0fcfd5056c95f82985000000/HY-kirjallisuusselvitys2010-valmis.pdf

Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. (2012). Hyvän metsänhoidon suositukset - Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. Haettu 10.1.2018 osoitteesta http://www.metsanhoito-suositukset.fi/wp-content/uploads/2016/08/Metsanhoidon_suosituksset_Tapio_2014.pdf

Jormola, J., Kasvio, P., Koskiahio, J. & Ulvi, T. (2016). Kosteikkojen ja biosuodatusalueiden toimivuus hulevesien käsittelyssä. Suomen ympäristökeskus (SYKE). Helsinki. Haettu 7.3 osoitteesta https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/160201/SYKEra_7_2016.pdf?sequence=1

Juvonen, J. & Lapinlampi, T. (2013). Ympäristöopas. Energiakaivo. Ympäristöministeriö. Haettu 28.12.2017 osoitteesta https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40953/YO_2013.pdf?sequence=4

Järvenpää, L & Savolainen, M. (2015). Maankuivatukseen ja kastelun suunnittelu. Helsinki. Suomen ympäristökeskus. Haettu 11.1.2018 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/156521>

Karttunen, E. (2004). Vesihuolto II. Suomen rakennusinsinöörien liitto.

Koskinen, A. (2015). Itämeri on ainutlaatuinen ja uhanalainen. Haettu 12.3.2018 osoitteesta <http://slideplayer.fi/1930400/7/images/11/Rehev%C3%B6ityminen+%E2%80%93+m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t+kasvat.jpg>

Kuntaliitto (2012). Hulevesiopas. Helsinki. Haettu 6.3.2018 osoitteesta <http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopas-2012.pdf>

Kuula, E. (2017) Laskeutusallas. Haettu 21.1.2018 osoitteesta <http://metseen-lehti.fi/fi/artikkeli/miten-huolehdiin-vesiensuojelusta-metsassani>

Lammela, J. (2018). Maanrakennus/vesienkäsittely. Sähköpostiviesti teki-
jälle 7.2.2018.

Leinonen, A. (2012). Vesiensuojelun tavoitteita ja suunnittelussa käytettä-
viä paikkatietoaineistoja. Metsäkeskus. Haettu 6.3.2018 osoitteesta
<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B1C4CCDFB-ACC8-46C2-98E3-AA510B3C2DE6%7D/93910>

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. (2013). Aine kierrot. Haettu
20.12.2017 osoitteesta http://www.pelastajarvi.fi/fosforin_kierto

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Haettu 18.12.2017 osoitteesta
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Nikunen, S., Pyy, O., Rajala, A., Reinikainen, J. & Vepsäläinen, M. (2016).
Pilaantuneen maa-alueen kunnostushankkeen tilaaminen. Helsinki: Suo-
men ympäristökeskus. Haettu 11.3.2018 osoitteesta [https://helda.hel-
sinki.fi/bitstream/handle/10138/159799/SYKEra_1_2016.pdf?se-
quence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159799/SYKEra_1_2016.pdf?sequence=1)

Nurminen, H. (2015). Rakentamisen aikaiset vesistövaikutukset. Opinnäy-
tetyö. Kestävän kehityksen koulutusohjelma. Turun ammattikorkeakoulu.
Haettu 8.12.2017 osoitteesta [https://www.theseus.fi/bitstream/han-
dle/10024/102538/Nurminen_Heidi.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/102538/Nurminen_Heidi.pdf?sequence=1)

Ositum (n.d.). Kemia laboratorio haettu 5.3.2018 osoitteesta
<http://www.ositum.fi/index.php?p=KemiaLaboratorio>

Oy Forcit Ab. (2015). Tuoteluettelo. Haettu 2.1.2018 osoitteesta [http://for-
cit.fi/assets/sidebar-downloads/Forcit-tuoteluettelo.pdf](http://for-
cit.fi/assets/sidebar-downloads/Forcit-tuoteluettelo.pdf)

Paakki, O. (2014). Tunnelityömaan poistovesien käsittely. Opinnäytetyö.
Rakennustekniikan koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu.
Haettu 8.2.2018 osoitteesta [http://www.theseus.fi/bitstream/han-
dle/10024/82440/Insinoorityo_Paakki.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82440/Insinoorityo_Paakki.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pulkkinen, K. (2013). Betonin pimeä puoli. Kemia-lehti 7/2013. Haettu
20.12.2017 osoitteesta [http://www.kemia-lehti.fi/wp-con-
tent/uploads/2013/11/Betonin_pimea_puoli_Kemia-
lehti_11_11_2013.pdf](http://www.kemia-lehti.fi/wp-con-
tent/uploads/2013/11/Betonin_pimea_puoli_Kemia-
lehti_11_11_2013.pdf)

Reinikainen, J. (2007). Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperus-
teet. Helsinki: Suomen ympäristö. Haettu 5.3.2018 osoitteesta
[http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC633F084-8595-4032-
BDD8-EFD539D4AED1%7D/91488](http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC633F084-8595-4032-BDD8-EFD539D4AED1%7D/91488)

Starnet NCC (n.d.). Kestävä kehitys. Haettu yrityksen intranetistä.

Suomen luonnonsuojeluliitto (2010). Eroosio ja kiintoaines. Haettu 23.1.2018 osoitteesta <https://www.sll.fi/pohjanmaa/pienvedet/eroosio>

Suomen virtuaaliyliopisto (n.d.) Typen kierto. Haettu 11.1.2018 osoitteesta http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/typen_kierto/

Suomen ympäristökeskus SYKE (2013). Järven rehevöityminen. Haettu 21.12.2017 osoitteesta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostustarvetta_aih_euttavia_tekijoita/Rehevoityminen

Suomen ympäristökeskus SYKE (2014). Laskeutusaltaat, lietekuopat ja -tasut. Haettu 23.1.2018 osoitteesta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_perus_kuivatus/Laskeutusaltaat

Uurtamo, J. (2011). Maalämmön hyödyntäminen ja sen riskit pohjavesialueella. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 15.1.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/29971/Tarkastettu_opinnayte_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valtonen, J. (2018). Ei otsikkoa. Sähköpostiviesti tekijälle 26.2.2018.

Vapo (2012). Usein kysytyt kysymykset. Mitä on kiintoaines? Haettu 23.1.2018 osoitteesta <https://www.vapo.com/turvetuotantoavastuullisesti/ymparistokoulutus-ja-tiedotus/kysymykset-vastaukset-2>

Wavin labko (n.d.). EuroPEK® Roo Öljynerotin, I-luokka (EN858). Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet.

Vesihuoltolaki 119/2001. Haettu 19.12.2017 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vesilaki 587/2011. Haettu 19.12.2017 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Ympäristöhallinto (n.d.). Metallit ja niiden myrkyllisyys. Haettu osoitteesta 4.1.2018 osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/miljo/html/fmetfakt.htm>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Haettu 18.12.2017 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>

Ympäristöterveys (2017). Ympäristömyrkyt. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Haettu 5.3.2018 osoitteesta <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/tarkempaa-tietoa-ymparistomyrkyista/dioksiinit-ja-pcb-yhdisteet>

Viemäröinti- ja ympäristöluvan hakeminen

Ympäristölupa

Ympäristölupa haetaan Etelä-Suomen aluehallintovirastolta ennen ympäristön saastumisen vaaraa aiheuttavien töiden alkua. Ympäristölupahakemuksen tekemiseen voidaan käyttää ympäristöhallinnon lomaketta ja täyttöohjetta. Lisätietoa <https://www.hel.fi/Helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/ymparistonsuojelu/luvat-ja-ohjeet/luvat/>

Ympäristölupahakemukseen tulee liittää asiantuntijan tekemä työmaavesisuunnitelma. Suunnitelmasta ilmenee:

- Arvio syntyvien vesien määrästä
- Vedestä poistettavat aineet
- Vesien käsittelymenetelmät
- Näytteenottotapa
- Vesienkäsittelymenetelmien tyhjennykset/pesut

Työmaavesisuunnitelma tulee liittää osaksi työmaasuunnitelmaa.

Luvan käsittelyyn tulee varata Helsingin kaupungin mukaan vähintään kolme kuukautta.

Viemäröintilupa

Aluehallintovirastolta myönnetyn ympäristöluvan jälkeen tulee poistettaville vesille hakea viemäröintilupa, jos vedet ovat ympäristölle haitallisia eikä niitä voi laskea hulevesiviemäriin. Lupahakemuksen liitteeksi käy sama työmaavesisuunnitelma jota käytettiin ympäristöluvan hakemiseen.

Lupaa voidaan hakea jo ennen vesihuollon liittymissopimuksen tekemistä HSY:n kanssa.

Viemäröintilupa vesien laskemiseen Viikinmäen vedenpuhdistamolle haetaan HSY:n lomakkeella. Viikinmäen jätevedenpuhdistamo asettaa raja-arvot pumpatun veden aineille.

**VIIKINMÄEN JA SUOMENOJAN JÄTEVEDENPUHDISTAMOILLE
JOHDETTAVIEN JÄTEVESIEN RAJA-ARVOT**

METALLIEN RAJA-ARVOT

Metalli		Enimmäis- pitoisuus mg/l
Arseeni	(As)	0,1
Elohopea	(Hg)	0,01
Hopea	(Ag)	0,2
Kadmium	(Cd)	0,01
Kokonaiskromi	(Cr)	1,0
Kromi VI	(Cr ⁶⁺)	0,1
Kupari	(Cu)	2,0
Lyijy	(Pb)	0,5
Nikkeli	(Ni)	0,5
Sinkki	(Zn)	3,0
Tina	(Sn)	2,0

MUUT AINEKOHTAISET RAJA-ARVOT

pH-luku	6,0 - 11,0
Lämpötila	40 °C
Sulfaatti,	400 mg/l
Kokonaissyaniidi CN	0,5 mg/l

Jätevesien raja-arvot (HSY 13.10.2017)

Ympäristösuunnitelma

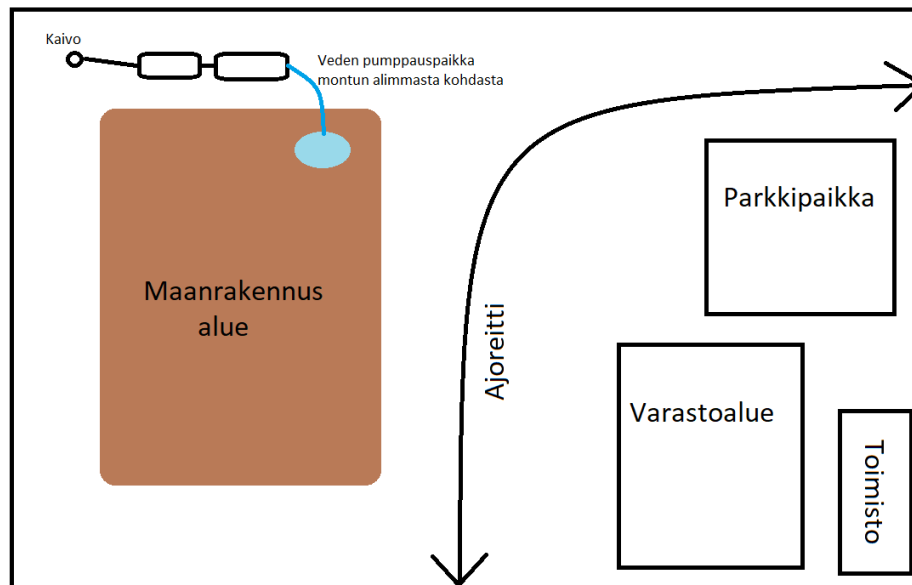
Päästöt maaperään, ilmaan ja vesistöön

Työmaalla syntyvät nestemäiset ja kaasumaiset päästöt tai päästöriskien lähteet:

Luettelo työmaan päästöriskien lähteet.

- ☐ Työkoneiden käyttäjät ohjeistettu välttämään tyhjäkäyntiä
- ☐ Käytetyt kemikaalit on lueteltu työmaan kemikaaliluettelossa
- ☐ Kemikaalit säilytetään turvallisessa paikassa ja asianmukaisissa säilytysastioissa tai -säiliöissä.
- ☐ Työmaalla on imeytysainetta nestemäisten päästöjen leviämisen ehkäisemiseksi.
- ☐ Työmaalle on tehty työmaavesisuunnitelma. (Tällä hetkellä ei vaadita kuin pohjavesialueilta tai pilaantuneiden maiden työmailta.)
Työmaavesisuunnitelmasta selviää työmaalla syntyvien vesien määrä, vesistä löytyvät haitalliset aineet, aineiden analysointimenetelmät ja veden käsittelymenetelmät.
- ☐ Työmaavedet lasketaan hulevesiviemäriin esikäsittelyn jälkeen.
- ☐ Työmaavedet lasketaan jätevesiviemäriin tai sekavesiviemäriin.
Vesien laskeminen ks. viemäreihin vaatii HSY:n viemäröintiluvan. Tarkistettava vesilaitokselta aineiden enimmäisarvojen rajat.
- ☐ Työmaalta löytyy betoniautojen/pumppauskaluston pesupaikka.
- ☐ Betoniauton/pumppauskaluston pesu on kielletty työmaalla.

Työmaavesisuunnitelma



Arvio syntyvien vesien määrästä	Maanrakennusalueen koko on 400m ² , otettaessa huomioon sade, valunta, poraukset ja muut tekijät tulee syntyvien vesien määrä olemaan 600m ³ luokkaa. (Arvio)
Vedestä poistettavat aineet	Maanrakennusvaiheessa maasta irtoa suuria määriä kiintoainetta. Maa-aines sisältää kynnysarvon ylittävän määrän bentseeniä (0,01mg/kg). (Kynnysarvo 0,0074mg/kg)
Käsittelymenetelmä	Ketjutettu hiekan ja öljynerotin ennen viemäriin laskemista. Vedet pumpataan montun alimmasta kohdasta pumppauskalustolla suoraan hiekanerottimeen.
Näytteenotto	Vedestä otetaan näyte kerran viikossa öljynerottimen näytteenotto-luukusta. Näyte toimitetaan asiantuntijalle analysoitavaksi.
Tyhjennykset	Hiekanerottimen tyhjennys tapahtuu kerran kahdessa viikossa. Tyhjennyksen suorittaa maanrakentaja. Öljynerottimen putsaaminen tapahtuu kerran viikossa. Putsaus ulkoistettu puhdistusyritykselle.

Liite 3 (2/2)

Kaavaa 3 käyttämällä voimme laskea esimerkin työmaan maanrakennuksen aikana syntyvistä vesistä, joita joudutaan pumppaamaan kaupungin hulevesijärjestelmään.

Esimerkkikohteen pinta-ala = 400 m^2

Valuntakerroin = 0,5

Sademäärä = $(99+33+71+65) \text{ mm}$ (kesä-, heinä-, elo- ja syyskuun sademäärät 2017) = 268 mm

Kaavalla 3 saadaan:

$$0,5 \times 268 \text{ mm} \times 0,04 \text{ ha} \times 100 = 536 \text{ m}^3$$